NO. 16 March, 1960

LIBRARY
OCT 5 1961
FISH & WILDLIFE SERVICE

BULLETIN OF TOHOKU REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

東北海区水産研究所研究報告

第16号

Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. Bull.
3106
16-19
1960-61

LIBRARY
BUREAU OF COMMERCIAL FISHERIES
U. S. FISH AND WILDLIFE SERVICE
P. O. BOX 3830
HONOLULU 12, HAWAII

水産庁
東北海区水産研究所
宮城県塩釜市
昭和35年3月
TOHOKU REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
SHIOGAMA, MIYAGI PREF., JAPAN

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/bulletin-tohuku-regional-fisheries-research-laboratory_1960-03_16

東北海区水産研究所 研究報告 第16号

目　　次

カツオ・マグロ類の生態の比較について（第2報）..... 川崎　健 .. 1

鱗・耳石によるサンマのポピュレーション構造の分析とその成長 .. 堀田秀之 .. 41

三陸近海に於ける水温逆転の現象について（第2報）
定点における反覆観測結果 ..... 黒田隆哉 .. 65

松島湾の種ガキ採苗期に於ける低塩分水・赤潮及びカキ幼生について
..... 佐藤重勝・菅野尚・菊地省吾 .. 82

松島湾におけるカキ幼生の分布に関する考察 ..... 菊地省吾 .. 118

海水の性状と海苔の生育に関する研究
第1報　ノリ簀の“ヨゴレ”を表現する試み ..... 佐野孝・佐藤重勝 .. 127

乾ノリに関する研究
第3報　簀の剝離性とシリコーンによる剝離性の改善 ..... 梅本滋・谷田専治 .. 135

サンマの脂質
第1報　各種溶剤による肉脂質の分別 ..... 長倉克男・川崎典子 .. 140

気仙沼附近の寒天原藻の性状 ..... 谷井潔・渡辺武彦 .. 145

東北海区産底魚類のビタミンA含有量 ..... 山村弥六郎・武藤清一郎 .. 150

東北水研 研究報告
第 16 号
Mar. 1960

カツオ・マグロ類の生態の比較について※
(第 2 報)

川 崎 健

BIOLOGICAL COMPARISON BETWEEN THE PACIFIC TUNAS
PART II

By
Tsuyoshi KAWASAKI

In this paper, the author examined the environmental conditions of the living area of fishes belonging to *Thunninae* as the continuation of the previous report. Discussed are the feeding habits and the relation of their ecology and pectoral lengths and a general comparison of the ecological features of the fishes is given. Also the ecological characteristics of *Katsuwoninae* are oferred to and an omnibus consideration on the relation between evolution and ecology of tunas is presented.

目 次

海洋構造に関する用語
漁具の選択性について
漁場水域と棲息水域との関係の検討
(1.) マグロ類の漁場形成と海洋構造について
(1.1.) 東北海区における, 1959年 6月の漁場及び魚体の大きさと、海洋構造との関係について
クロマグロ
ビンナガ
メバチ
キハダ
(1.2.) 東北海区における, 1952年の延縄漁場及び魚体の大きさと、海洋構造との関係について
クロマグロ
メバチ
キハダ
(1.3.) マグロ類各魚種の棲息水域の特徴
(1.3.1.) クロマグロ
日本海沿岸の定置網漁場
本州太平洋沿岸漁場
九州近海の漁場
本邦南方水域の延縄漁場
考察
(1.3.2.) ビンナガ
1953年2月16日～25日のビンナガ漁場
1956年1月～3月のビンナガ漁場
潮岬南方水域の海況の変動とビンナガ漁況との関係
南北方向の漁獲量の分布と海洋条件
東西方向の漁獲量の分布と海洋条件
考察

※ 東北海区水産研究所業績 第 144 号

(1.3.3.) メバチ
北太平洋流域
赤道水域
考察
(1.3.4.) キハダ
考察
(2.) 食性について
(3.) 生態と胸ビレの長さとの関係
(4.) まとめ
(5.) カツオ類の生態について
(5.1.) カツオの魚体と環境条件との関係
(5.2.) ヤイトの生態について
(5.3.) 考察
(6.) 進化の観点に立つた生態の比較ー生態と進化の関係についての考察ー
文献

筆者は**第1報**において、主として竿釣りによる漁獲物の資料にもとずいて、「棲息水域の環境条件"・"群れの形態" 及び "成長" に関して、マグロ類の小型魚の生態の比較を行つたが、本報においては特に東北海区を中心にして、各種の漁法によつて漁獲されたカツオ・マグロ類の生態の比較を行う。

先ず前報に引続いて、マグロ類の棲息水域の環境条件を検討し、"食性" 及び "生態と胸ビレの長さとの関係" について吟味し、更にマグロ類の生態の全般的な比較を行う。次いでカツオ類の生態について考察し、最後に "カツオ・マグロ類の生態と進化の関係" について総括的な考察を行う。

海洋構造に関する用語

東北海区における海洋構造についての用語は川合[1)2)]に従つた。

漁具の選択性について

漁獲は漁具を用いて行われるのであつて、そこには当然多かれ少なかれ漁具の選択性という問題が附随して来る。特に異つた漁法による漁獲物を比較する場合には、慎重な検討が必要である。この点については、必要がある場合に具体的に検討する。

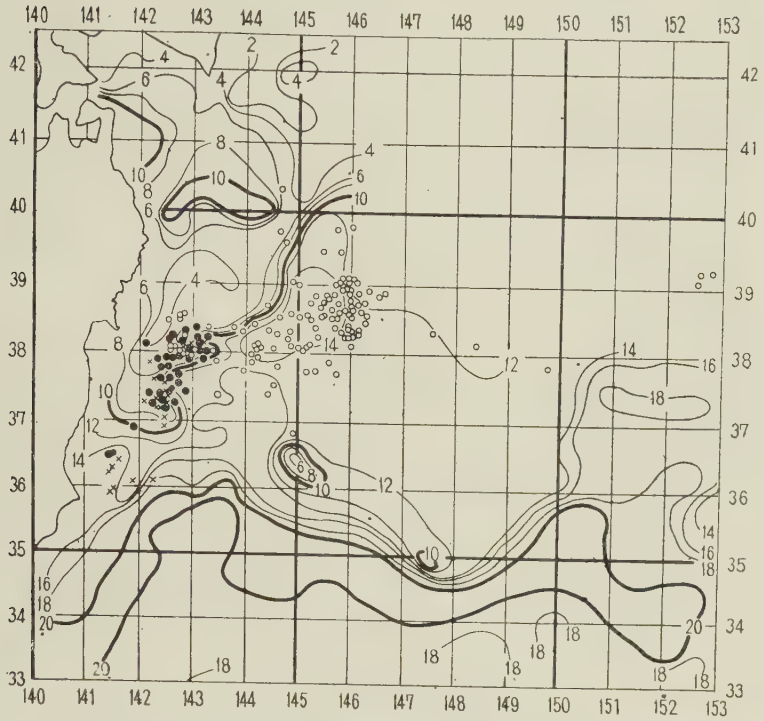
漁場水域と棲息水域との関係の検討

漁場が形成された水域をそのまま棲息水域とみなすためには、いくつかの前提条件が必要である。その前提条件の中で第一義的に要求されるものは、(1) 漁船が均一に分布している事、及び (2) 漁船が広く分布している事である。漁船分布の広範性は、航海能力の大きな多数の船が広く太平洋に出漁し、漁船の増加による漁獲の減少さえ問題になつている現在においては、かなりの程度に充足されているものと考えてよいであろう。しかし漁船分布は非常に不均一であるから、漁獲密度で棲息密度に置換えることは出来ないが、漁獲の多い水域によつて主要な棲息範囲を一通り推定するということには、そう問題は無いと考えられる。この様な意味で漁場水域をそのまま棲息水域とみなす。

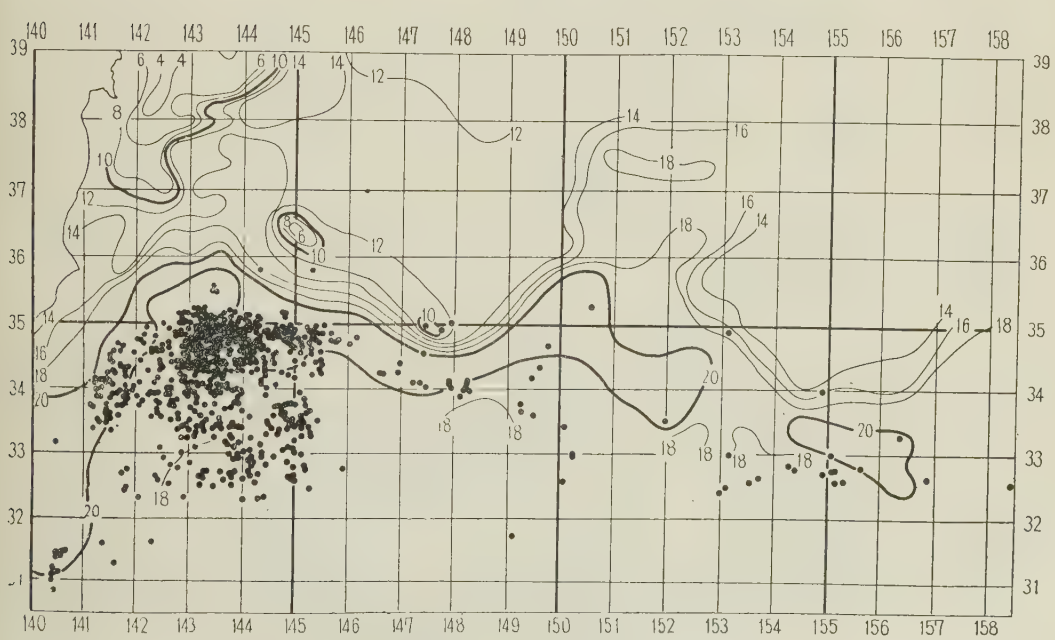
(1.) マグロ類の漁場形成と海洋構造について

(1.1.) 東北海区における，1959年6月の漁場及び魚体の大きさと、海洋構造との関係について

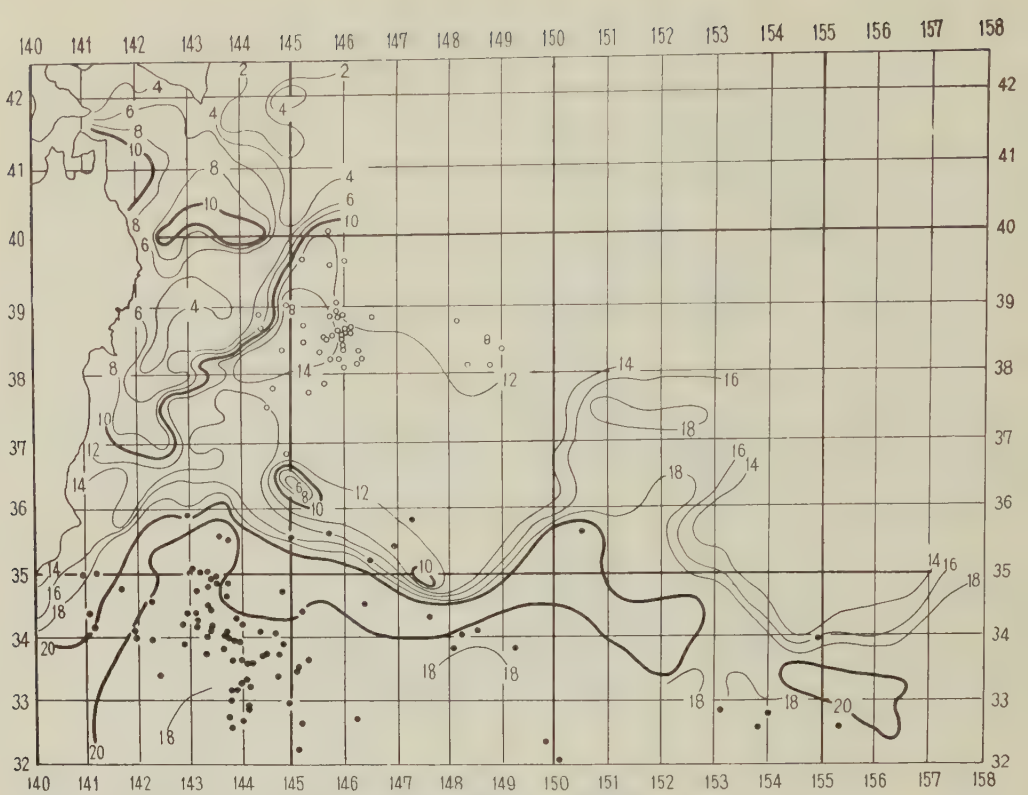
第1図に1959年6月に東北海区（140°E 以東）で漁獲されたクロマグロ・ビンナガ・メバチ・



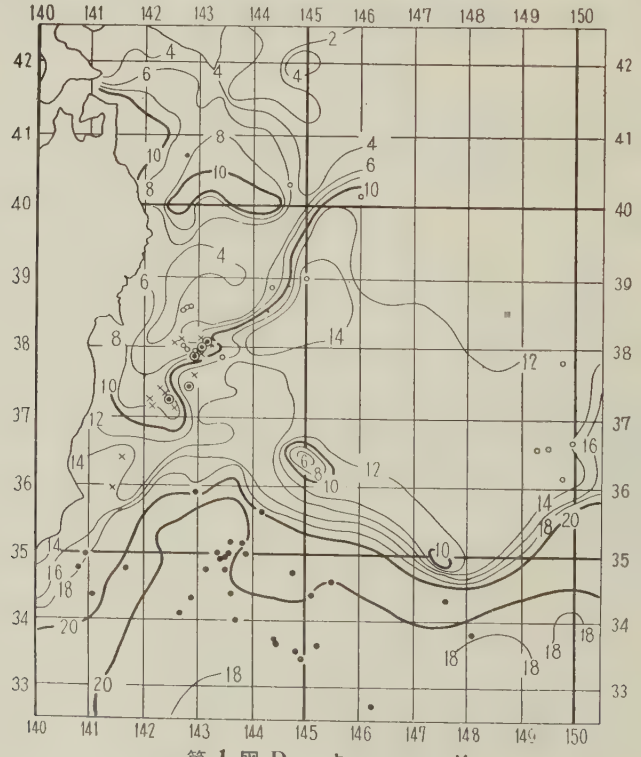
第1図　1959年5月・6月の100m層等温線と6月のマグロ類の漁獲位置。
記号：○…延縄　◉…旋網(小型魚)　×…旋網(大型魚)　●…竿釣り
A　クロマグロ



第1図B　ビンナガ



第 1 図 C [illegible] メ　バ [illegible] チ



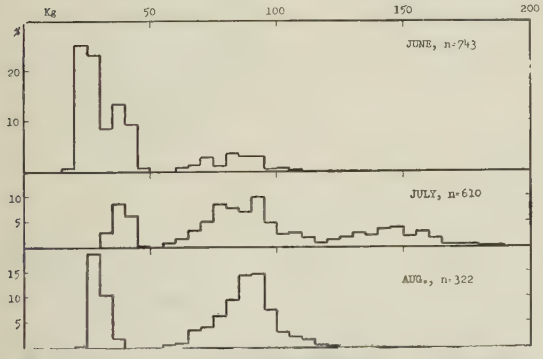
第 1 図 D　キ　ハ　ダ

キハダの漁獲位置と、5月・6月の100m層等温線を示す。漁法は竿釣り・旋網及び延縄で、小型魚から大型魚までを含んでいる。この時の海洋構造の特徴は以下の様である。

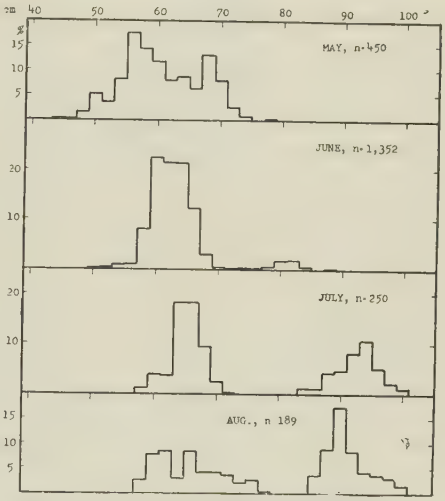
野島崎沖を北東へ伸びる黒潮前線は、142°Eと144°Eの間で36°N線を東行し、144°Eから東南東へ向つている。36°N，142°E附近からは黒潮の流軸が分岐して、2次的黒潮前線が北北東に伸びている。一方144°30′Eから148°Eにかけては、主黒潮前線の北側に沿つて内側低温帯があり、143°～144°30′Eを黒潮系水が北上し、38°～39°N，145°E附近を中心にして暖水塊が存在している。以下各種について検討する。

クロマグロ

第1図Aに示すように、クロマグロの旋網漁場は33°N，141°30′Eから38°20′N，144°Eにかけて2次的黒潮前線上に形成され※、延縄漁場は主として33°～39°N，144°～146°30′Eの暖水塊内部に形成されている。次に漁獲物の魚体組成について検討する。**第2図**に旋網による漁獲物の体重組成及び体長組成を示す。このうち体重組成は、魚市場における秤量値を用いて描いたものである。魚市場では、いわゆるメジと呼ばれている体長約100cm以下の小型魚については数尾を一まとめにして秤量するため、**第2図**Aにはメジの組成は現れていない。従つて1本ずつ秤量しない小型魚については別に体長を測定した。この度数分布を**第2図**Bに示す。魚期始めの5月にはいわゆるメジだけで、6月以降は中型・大型魚が漁獲されている。全般的にみて魚体の分布幅は非常に広く、3.9kg (50cm) から180kgに及んでいる。又**第1図**Aには、漁況報告にクロメジと記載されている小型魚の漁獲位置を記号を変えて示してあるが、魚体による漁獲水域の差違を認めることが出来ない。**第3図**に延縄による6月の漁獲物の体重組成を示す。漁獲されているのは50kg以上の大型魚だけで、魚体範囲は狭い。6月の旋網の漁獲物と延縄のそれとを比較すると、延縄では旋網の漁獲物の最も大きい体重群だけが漁獲さ

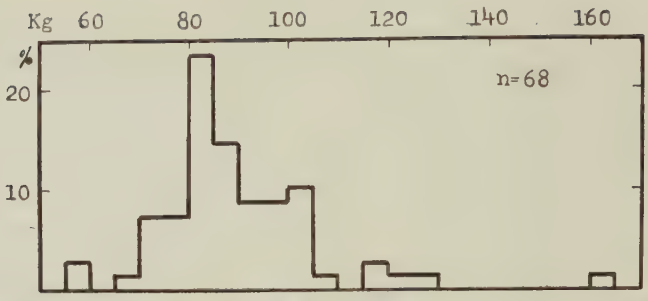


第2図A　1959年に東北海区で旋網によつて漁獲されたクロマグロの体重組成。1尾ずつ秤量されたもの。



第2図B　1959年に東北海区で旋網によつて漁獲されたクロマグロの体長組成。1尾ずつ秤量されなかつたもの。

※ 黒田[3]は旋網漁場が前線上に形成されることを指摘している。



第3図　1959年6月に三陸沖で延縄によつて漁獲されたクロマグロの体重組成。

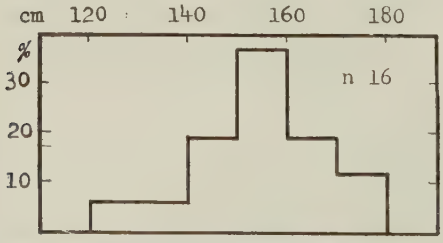
れている事が判る。このように延縄の漁獲物が大型魚に偏つている事が漁法の選択性にもとずくものかどうかについては、次節で検討する。

ビンナガ（第1図B）

ビンナガの大部分の漁獲は、竿釣りによつて32°30′～35°N，141°～145°30′Eの狭い水域であげられて居り、その他の漁法によつては全く漁獲されていない。ビンナガの漁場は、すでに報告したように（川崎[4]）、通常黒潮前線の南側に沿う右旋性の渦流域に形成されるのであるが、この場合もその1例である。この年のビンナガ漁場形成の特徴は、漁獲が狭い水域に停滞し、例年のように時期が進むにつれて漁場が東に移動するという傾向が弱い事であつて、1950年の場合とよく似ている（川崎[5]）。この事は一つには、145°30′E以東の水域では、ビンナガ漁場形成に都合のよい渦流域が形成されなかつたためであろうと推測され、又もう一つには、黒潮流域の降水量が小さく表層の塩素量があまり低下しなかつたためと考えられる。

メバチ（第1図C）

メバチはクロマグロの場合と同様に、金華山沖の暖水塊内部で延縄によつて漁獲され、又竿釣りによつて、ビンナガの場合と同様に黒潮前線の南側の渦流域で漁獲されている（**第1報**参照）。金華山沖の暖水塊内部で漁獲されているメバチは、**第4図**に示すように大部分が140cm以上の大型魚である。之が漁法の選択性にもとずくものであるかどうかについては、次節で検討する。一方黒潮前線の南側の渦流域で漁獲されたメバチは、**第1報**で述べたように、大体100cm以下の小型魚である。尚メバチは前線上の旋網漁場では全く漁獲されていない。

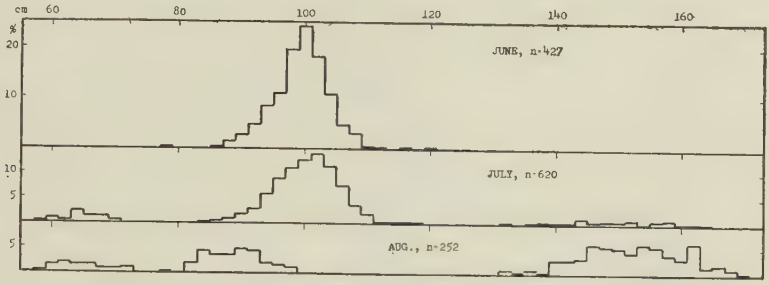


第4図　1959年6月に三陸沖で延縄によつて漁獲されたメバチの体長組成。

キハダ（第1図D）

キハダは旋網によつて2次的黒潮前線上で漁獲されている。更に延縄によつて35°N以北の潮境水域で散発的に漁獲され、又竿釣りによつて近海の黒潮前線の南側の渦流域において漁獲されてい

る。このうち旋網によつては1操業でかなりの尾数のキハダが漁獲されているが、延縄の場合には1回の漁獲が1乃至数尾であり、又竿釣りによる漁獲物は、プロツトした漁獲位置の大部分で10尾以下である。**第5図**に1959年6月～8月の旋網によつて漁獲されたキハダの体長組成を示す。体長範囲は非常に広く、60～170cmである。又**第1図**Dには漁況報告にキメジとして記載されている小型魚の漁獲位置を記号を変えて示してあるが、魚体による漁獲水域の差違を認める事が出来ない。



第5図　1959年に東北海区で旋網によつて漁獲されたキハダの体長組成。

（**1.2.**）東北海区における，1952年の延縄漁場及び魚体の大きさと、海洋構造との関係について

本節においては、1952年4月～9月の各月のマグロ類の延縄漁場の海洋構造と魚体について述べる。漁場の海洋構造は100m層の等温線を用いて示したが、4月は資料が全く無いため、3月のを用いて代用した。

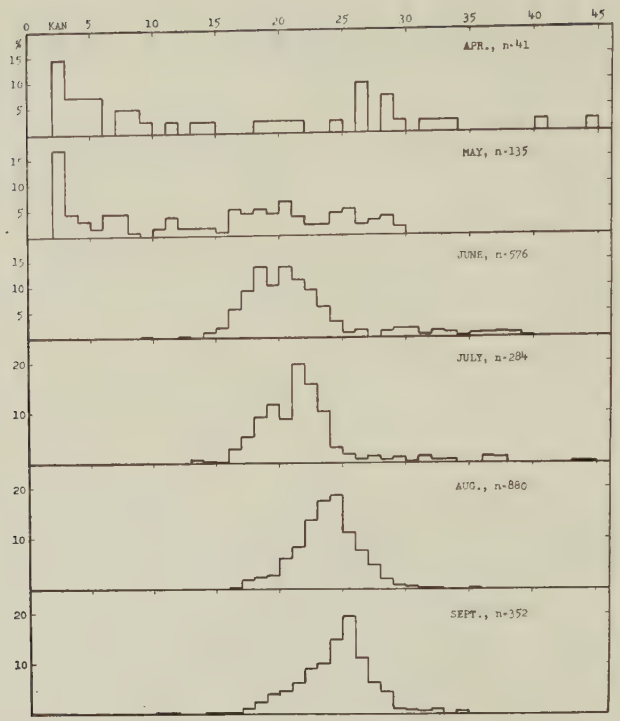
クロマグロ（附図1）

4月の漁場は35°N以南では伊豆諸島の列島線の東側の近海部に、又35°N以北では黒潮前線上に形成されている。5月になると漁場は全く黒潮前線上に移り、更に6月になると漁獲は一部は黒潮前線で行われたが、ほとんどが三陸沖の暖水塊内部であり、7月から9月にかけては、専ら暖水塊内部が漁場である。この事は、漁場の動きだけからみれば、クロマグロがだんだん北上して来て、黒潮前線を越えて暖水塊内部に入つて行く事を示しているようにみえる。

次に各月のクロマグロの体重組成を検討する（**第6図**）。主として黒潮前線上に漁場が形成されている4月・5月には魚体の範囲は広く、主として2～30貫である。この事は、東北海区における延縄漁法に、漁法による選択性があるとしても、特定の大きさの魚（すなわち比較的小型の魚）を排除してしまうようなものではないという事を示している。ところが三陸沖の暖水塊の内部だけが漁場となつた6月～9月には魚体範囲は非常に狭くなり、主として13～30貫である。

メバチ（附図2）

4月のメバチの漁場は32°～37°N，145°E以西の黒潮前線の南側に形成されている。5月になると漁場は北上して、先端部は黒潮前線に達する。6月には、黒潮前線から暖水塊内部にかけて漁場が形成されている。7月以降は、クロマグロの場合と同様に、専ら三陸沖の暖水塊の内部て漁獲が行われるが、漁獲尾数は僅かである。



第 6 図　1952 年に東北海区で延縄によつて漁獲されたクロマグロの体重組成。

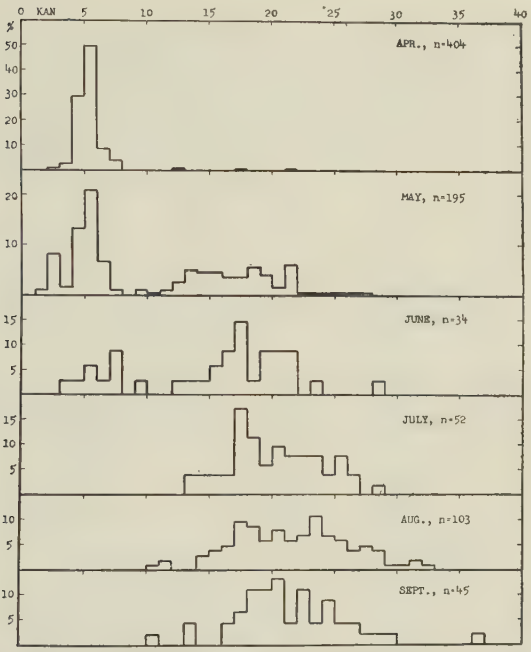
魚体組成を検討すると（**第 7 図**）、4 月には大部分が 10 貫以下の小型魚であるが、漁場が黒潮前線にかかつている 5 月・6 月には、魚体の分布幅は大きく 1～25 貫である。この事は、延縄漁法による漁獲の選択性について前項で述べたと同様な結論を与える。ところが漁場が暖水塊内部に移る 7 月以降においては、魚体の分布幅は狭くなり小型のものが無くなつて、13～30 貫となる。**第 8 図**には 7 月～9 月の体長組成を一括して示したが、体長範囲は大体 140～180cm である。

次に漁場水域の塩素量を検討する。**第 9 図**に 8 月の Clmax.※ の等量線とメバチの漁獲位置を示したが、漁場水域の塩素量は三陸沖の近海部で 19.0～19.22‰，北海道東の沖合部で 18.8～19.0‰ で、黒潮前線の南側に較べてかなり低い。この時の暖水塊の中心部である 39°20′N，144°00′E の T–Cl ダイヤグラムを**第 10 図**に示すが、表層は高温・低塩、下層は低温・低塩で、高温・高塩部は水深 25m を中心とするごく薄い層である。

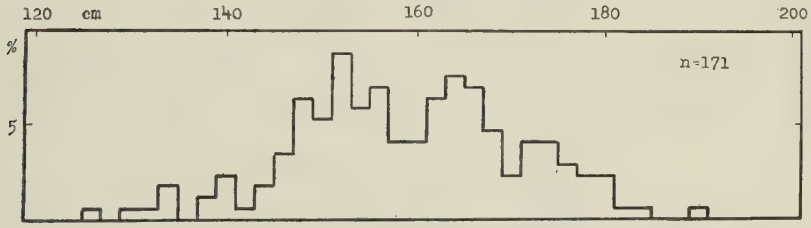
キハダ（附図 3）

4 月・5 月のキハダ漁場形成の模様は、メバチの場合とほぼ同様である。しかしキハダについて特徴的な事は、延縄漁場が黒潮前線の北の暖水塊内に移る 6 月以降には、ほとんど全く漁獲をみない事である。4 月・5 月の魚体範囲は 2～15 貫である（**第 11 図**）。

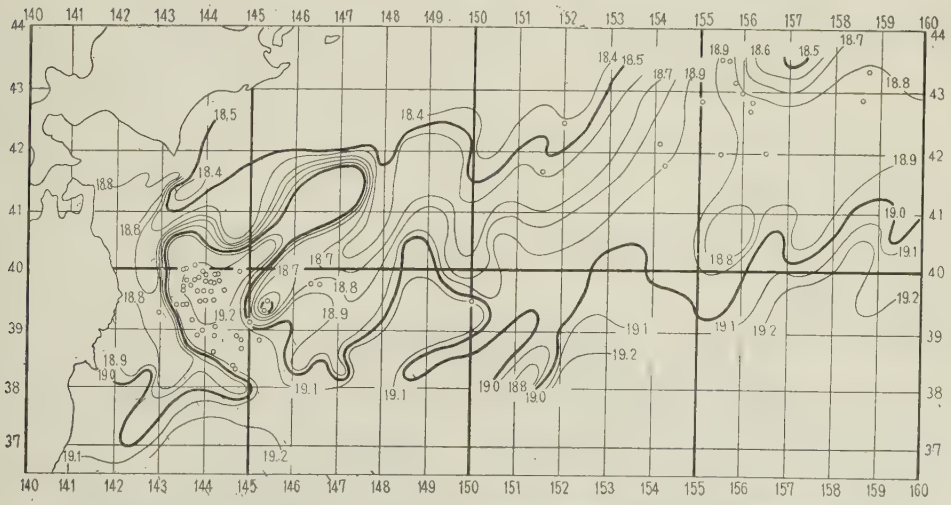
※ 中淡層（亜寒帯中層水）より上層の塩素量極大値。



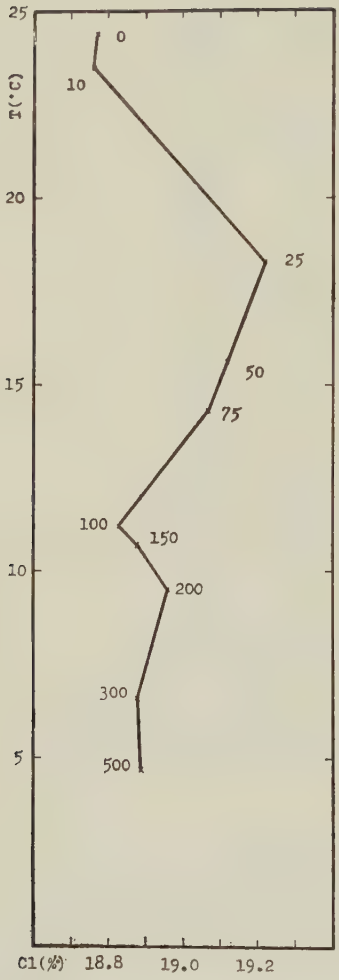
第7図　1952年に東北海区で延繩によつて漁獲されたメバチの体重組成。



第8図　1952年7月～9月の三陸沖で延繩で漁獲されたメバチの体長組成。



第9図　1952年8月のCl max. の等量線と延繩によるメバチの漁獲位置。



第 10 図　1952 年 8 月 11 日の，39°20′N，144°E における T Cl ダイヤグラム。図中の数字は深さ（m）。

第 11 図　1952 年に東北海区で延縄によつて漁獲されたキハダの体重組成。

(1.3.)　マグロ類各魚種の棲息水域の特徴

本節では、前 2 節で述べた事柄を中心にして、マグロ類の各魚種の棲息水域の特徴点を明確にする。

(1.3.1.)　クロマグロ

近年のクロマグロ漁場は、大体五つの水域に分ける事が出来る。すなわち、(1) 常磐・三陸沖の旋網・延縄漁場（5 月～12 月）、(2) 日本海沿岸の定置網漁場（5 月～10月）、(3) 本州太平洋沿岸の定置網・竿釣り・曳縄漁場（3 月～6 月）、(4) 九州近海の定置網・竿釣り漁場（4 月～10 月）、(5) 本邦南方水域（伊豆諸島近海・小笠原諸島近海・沖縄東方・台湾東方）の延縄漁場である。(1) については前 2 節で述べたので、その他について検討する。

日本海沿岸の定置網漁場

この漁場では、メジからなり大型のものまで漁獲される（永田[6]，山中[7]）。

本州太平洋沿岸漁場

この漁場の魚体組成については、伊豆重寺の定置網の漁獲物についての木村[8] の報告がある（1924 年～1928 年）。これによれば、この時代にはメジから 35 貫に至るマグロが漁獲されている。筆者は第 1 報で次の事を示した。"伊豆諸島近海では、2 月から 6 月にかけて竿釣りによるクロメジの漁獲がみられる。漁獲魚の体長は 50～60cm である。クロメジの漁獲された瀬は総て 33°20′N 以北であり、黒潮の流軸より岸側である。"

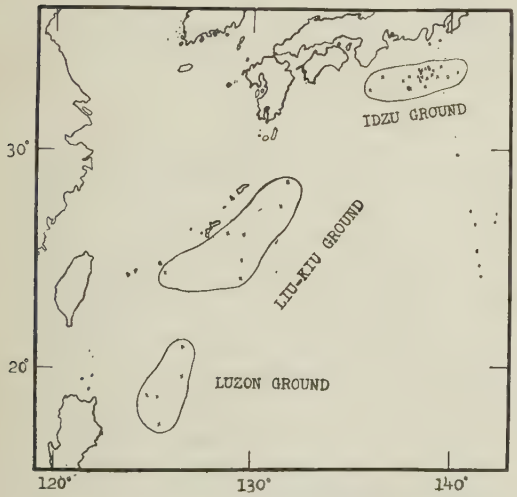
九州近海の漁場

九州近海では、定置網の他に竿釣りでクロメジが漁獲される。これについて、筆者は**第1報**で次の事を示した。〃トカラ水域では4月・5月に瀬付群として漁獲され、五島灘では8月から10月にかけて回遊群として漁獲されている。五島灘での漁獲物は、体長30～50cmである。これらの漁獲位置は総て黒潮及び対馬暖流の流軸より岸側である。〃

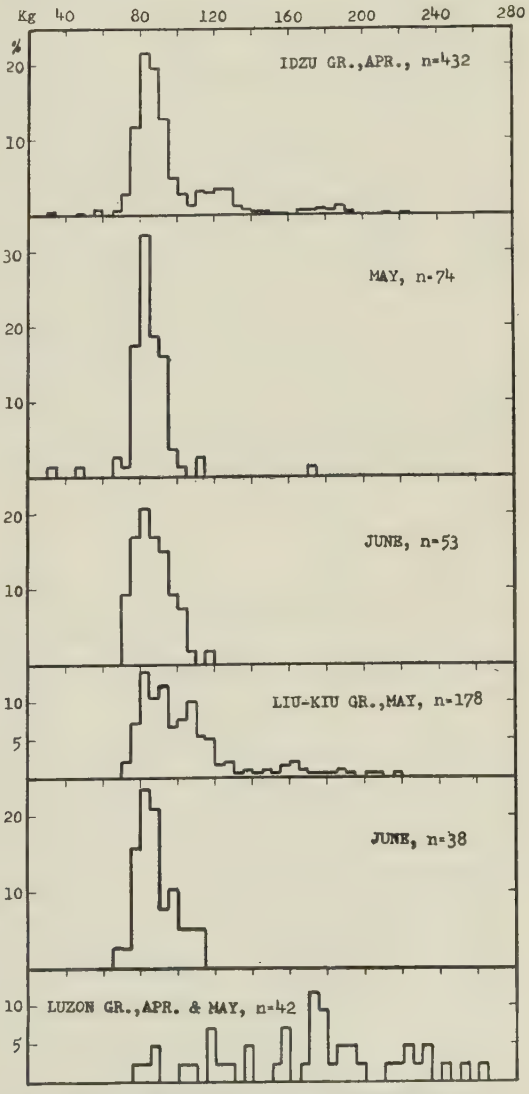
本邦南方水域の延縄漁場

第12図に1959年4月～6月の延縄によるクロマグロの漁獲位置を示す。漁場は大まかにいつて、伊豆近海漁場・沖縄東漁場・ルソン東漁場の三つに分けられる。漁場は総て陸地近くに形成されるが、何れも黒潮の流軸より沖合側の、高温・高塩水域に形成されている。**第13図**に各漁場各月の体重組成を示す。本邦南方水域の延縄漁場では、全般的に大型魚だけが漁獲され、体重70kg以下のものはほとんど得られていない。体重組成は伊豆近海と沖縄東では似通つており、130kg以上の大型魚の北率は小さいが、ルソン東ではこれら2漁場とかなり模様が異り、130kg以上の魚の比率が大きい。

考　察



第12図　1959年4月～6月の本邦南方水域での延縄によるクロマグロ漁獲位置。



第13図　1959年4月～6月に本邦南方水域で延縄によつて漁獲されたクロマグロの体重組成。

先ず東北海区について考察してみよう。1952年の場合については、4月・5月の黒潮前線上の延縄漁場では体重範囲は広いが、6月以降漁場が三陸沖の暖水塊内部に移ると、大型魚だけが漁獲され、又1959年6月の場合には、2次的黒潮前線上の旋網漁場では体重範囲は広いが、三陸沖の暖水塊内部の延縄漁場では、大型魚だけが漁獲されている。この事は、主黒潮前線上に到達したクロマグロのうち大部分が2次的黒潮前線沿いに混合水域に入り、大型魚の一部が暖水塊内に進入する事を示している。

一方、本邦周辺の潮境水域からごく沿岸水域にかけては、小型魚から大型魚までが漁獲されるが、黒潮前線の外側の水域の漁獲物は、大型魚だけの狭い魚体組成を示している。このうち伊豆近海漁場と沖縄東漁場のものは、三陸沖の暖水塊内の漁獲物と同一の体重群に属しているが（**第13図**の6月の組成と**第3図**とを比較して）、最も南の漁場であるルソン東漁場では80kgから250kgに至る体重組成を示し、160kg以上の超大型魚の占める比率が大きい。

以上の事実は次の事を示している。すなわち、日本近海の低温・低塩域から高温・高塩域に移るにつれて、平均体重が次第に大きくなる事である。この事は、大型魚程高温・高塩に適応する事を示している。又以上の事実は、クロマグロがその若い時代を近海の低塩水域（環境条件の均一性が小さい）で送るが、成長するに従つて適応性が変化して、黒潮前線を越えて南下し、高塩水域（環境条件の均一性が大きい）に入る事を示しているものと考えられる。しかし一口に近海の低塩水域といつても、クロマグロの回遊する水域は潮境部（前線部）からごく沿岸部までにわたり、水温・塩素量の範囲は非常に大きい。一方混合水域の暖水塊内部及び黒潮の流軸の外側の水域では、水温・塩素量の範囲は小さい。従つてこの事は、クロマグロが成長するに従つて適応性が小さくなつて、euryhaline (eurythermal) から stenohaline (stenothermal)※ へと変化して行く事を示している。

(1.3.2.) ビンナガ

ビンナガは南北太平洋の中緯度水域に広く分布している。北太平洋のビンナガと南太平洋のビンナガは、夫々の漁場水域の間の低緯度水域では漁獲がほとんど無い事からも、又夫々独立の生殖水域を持つ事からも（矢部等[9]）、別個のポピュレーションと考えられている。

北太平洋のビンナガの漁場は、二つに大きく分けられる。一つは日本漁船の稼動水域である西部太平洋である。この水域で行われる漁業は、漁法と漁期からいつて二つに大別される。その一方は4月～7月のビンナガ北上期に行われる竿釣り漁業であり、他方は11月～3月の南下期に行われる延縄漁業である。ビンナガの漁場は亜熱帯収斂線と黒潮前線に挟まれた北太平洋海流域であつて、亜熱帯収斂線の南では漁獲は僅かしかみられない。漁場の東西の拡がりは、竿釣り漁業の場合には130°～160°Eであるが、延縄漁業の場合には130°E～175°Wであつてかなり広い。

もう一つは北アメリカの太平洋側の、30°～50°N, 130°W以東の水域である。そうしてこの二つの水域の間では、ほとんど漁獲が行われていない。175°W以東の水域にも我国の延縄漁船がか

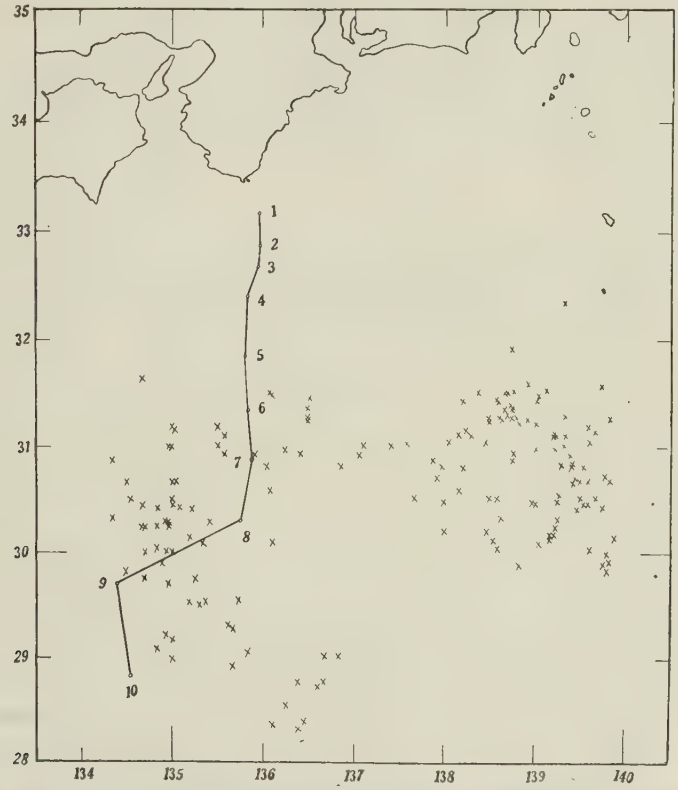
※ **euryhaline (—thermal)**……広い範囲の塩分（温度）に耐え得る性質。
stenohaline (—thermal)……狭い範囲の塩分（温度）にしか耐え得ない性質。

なり出漁して居り、後述するようにメバチがかなり漁獲されているが、ビンナガはごく僅かしか漁獲されない。しかし、表層曳縄及び刺網によつて試験的にいくらか漁獲されている（SHOMURA et al[10], GRAHAM[11], MURPHY[12]）。何れにしても、この水域のビンナガの密度が非常に低い事は確実であろう。

GODSIL[13] はアメリカ水域と日本水域で漁獲されたビンナガを形態的に比較し、〝この両者は恐らく分離したものであり、交流の無いものである〟と述べている。しかし、その後アメリカ近海で標識放流したものが西太洋水域で続々と再捕されるに及んで、この GODSIL[13] の結論は修正された（GANSSLE et al[14], BLUNT[15], AHLSTROM[16], OTSU[17]）。

このように両水域のビンナガの交流は現在では明瞭であるが、次の問題はこの交流の程度であつて、或いは極めて部分的なものであるかも知れない。

筆者は、日本近海の竿釣りビンナガの漁場形成条件についてかなり詳細に解析し、ビンナガ漁場が、周囲よりも高温・高塩（黒潮前線の北側でも表面で 19.0‰ 以上）で、鉛直水平両方向の環境条件の均一性の高い、時計廻りの渦流域に形成される事を示した（川崎[4][5]）。しかし、アメリカ側の漁場水域では、8月（漁期）の表面塩分は 31.5～33.5‰（塩素量で 17.44～18.54‰）であつて（FLEMING[18]）、日本側の場合と較べて極めて低塩であり、しかも魚体組成は日本近海の竿釣りビンナガの場合と大差ない（BROCK[19], PARTLO[20], 須田[21]）。二つの水域のこのような環境



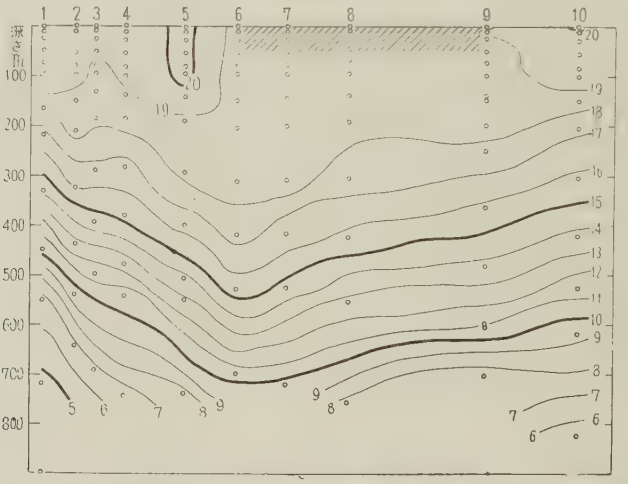
第 14 図　1953 年 2 月 16 日～25 日の 140°E 以西における延縄によるビンナガ漁獲位置。
潮岬南の線は 2 月 18 日～23 日の観測線。

条件の大きな相違をどのように説明するかは、今後に残された課題の一つである。従つて筆者の推論は、あくまでも西太平洋における、筆者の利用し得た資料の範囲内のものである事を注意して置く。

竿釣りの場合については既に報告してあるので、以下延縄の場合について述べる。延縄ビンナガの漁場水域の海況は、基本的には竿釣りの場合と同様である。以下数例をあげる。

1953 年 2 月 16 日～25 日のビンナガ漁場

ビンナガ漁場は紀南水域の 29°～31°30′N に形成されている（**第 14 図**）。2 月 18 日～23 日の，漁場を横切る観測についてみると（**第 15 図**）、時期が冬であるため水温・塩素量の水平・鉛直両方向の傾度は非常に小さいが、筆者が竿釣りの場合に指摘したのと全く同様な海洋条件のところに漁場が形成されている。

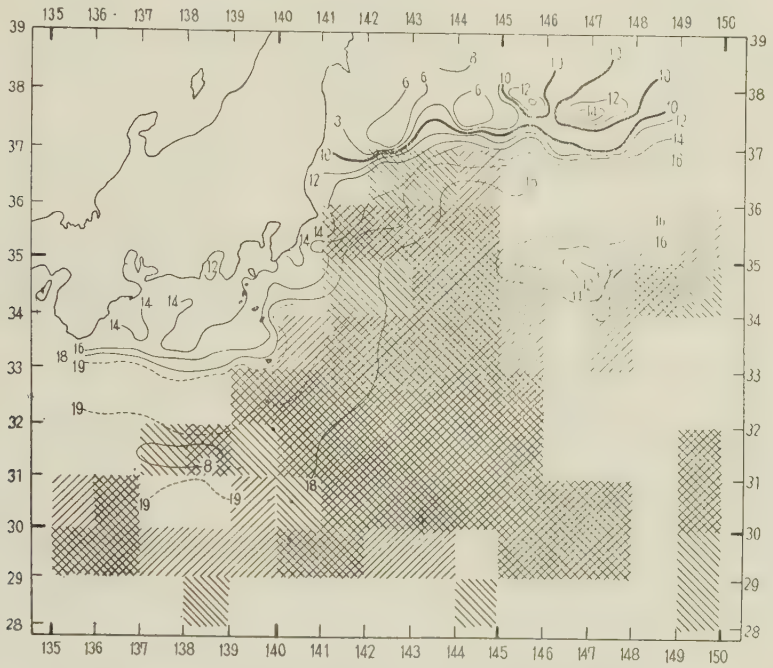


第 15 図　1953 年 2 月 18 日～23 日の潮岬南の観測。測点番号については第 14 図を参照。斜線を引いた部分は漁場位置である。　A　水温の断面

第 15 図　B　塩素量の断面

1956年1月～3月のビンナガ漁場

第16図に1956年1月～3月、資料の範囲内で300尾以上の漁獲のあつた緯度・経度1度の枡目と、1956年2月～3月の100m層の等温線を示した。漁場は黒潮の流軸の右側の右旋渦流部に形成されているが、35°N, 147°Eに中心を持つ冷水湧昇域には形成されて居ない事は竿釣りの場合と同様である。

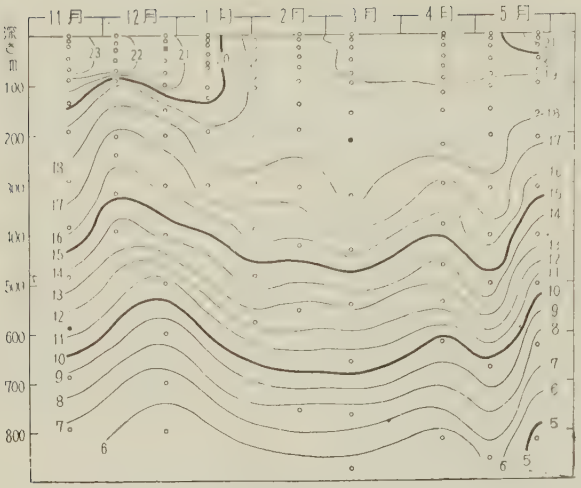


第16図　1956年2月・3月の100m層等温線と、150°E以西で同年1月～3月に、ビンナガ300尾以上、メバチ10尾以上の漁獲のあつた緯度・経度1度枡目の図示。左肩の上つた斜線はビンナガ，右肩の上つた斜線はメバチに夫々対応する。

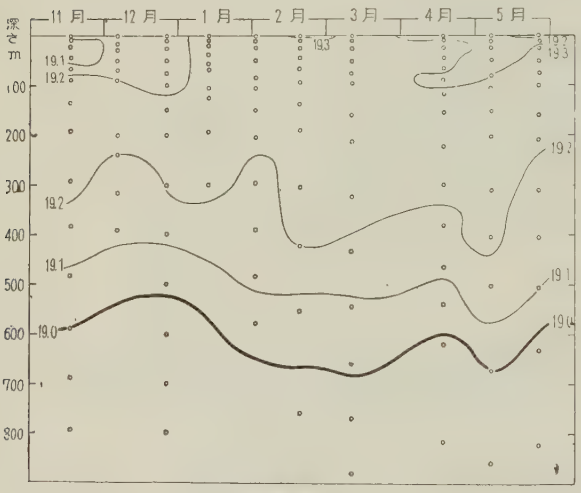
潮岬南方水域の海況の変動とビンナガ漁況との関係

第17図に1952年～53年の、30°20′N, 135°45′E（中央気象台で実施した南方定点調査の往復路における観測点G8）の水温と塩素量のイソプレットを示した。更に第18図に、30°20′N, 135°45′E点を中心とする経度・緯度3°枡目（29°～32°N, 134°～137°E）内の、延縄による旬毎の漁獲尾数を示した※。漁獲は1月上旬に始まつて3月下旬に終つている。我々はこの漁場の成立を、100m以浅の表層における塩素量の変動から説明する事が出来る。すなわち表層塩素量は11月以降次第に高くなり、1月に入つて19.2‰を突破し、更に4月に入ると19.3‰以上となる。漁期は塩素量が19.2‰台の1月～3月であり、この事は、ビンナガにとつて最適な塩素量の範囲を示しているものであろう。

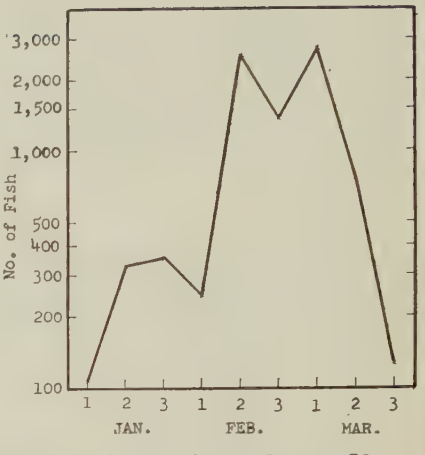
※ 1953年には、この水域には竿釣りの漁場は形成されていない。



第 17 図 A　1952 年 11 月～1953 年 5 月の 30°20′N, 135°45′E における水温のイソプレツト。



第 17 図 B　塩素量のイソプレツト。



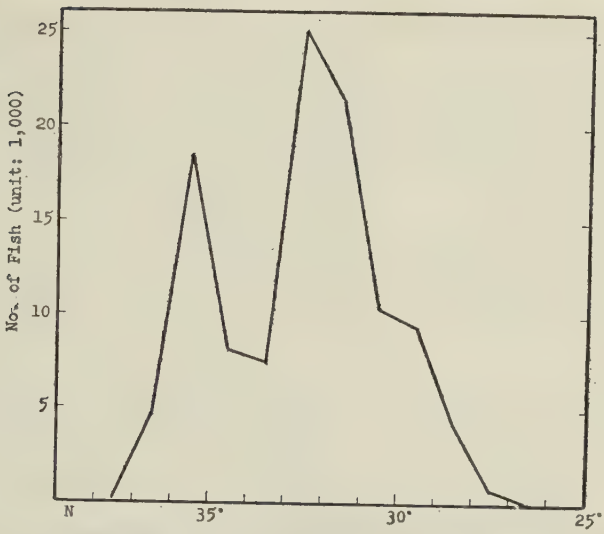
第 18 図　1953 年 1 月～3 月の，29°～32°N，134°～137°E の枡目における旬毎の漁獲尾数。横軸の 1·2·3 は夫々上旬・中旬・下旬に対応する。

次に水温鉛直傾度の最も小さい時期は 2 月上旬から 3 月上旬であり、この時期は第 18 図の漁獲の山と一致している。又この時期は塩素量鉛直傾度も低極を示して居り、鉛直安定度の低極時となつている。

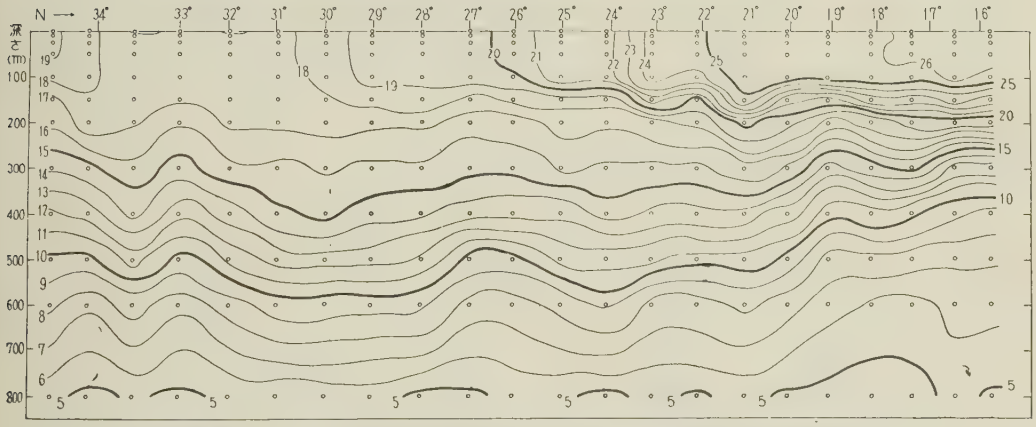
以上を要約すると、潮岬南方水域のビンナガ漁場成立にとつて、第 1 の条件は表層塩素量が 19.2～19.3‰ である事であり、更に最適条件は鉛直安定度が小さい事であるという事が出来る。

南北方向の漁獲量の分布と海洋条件

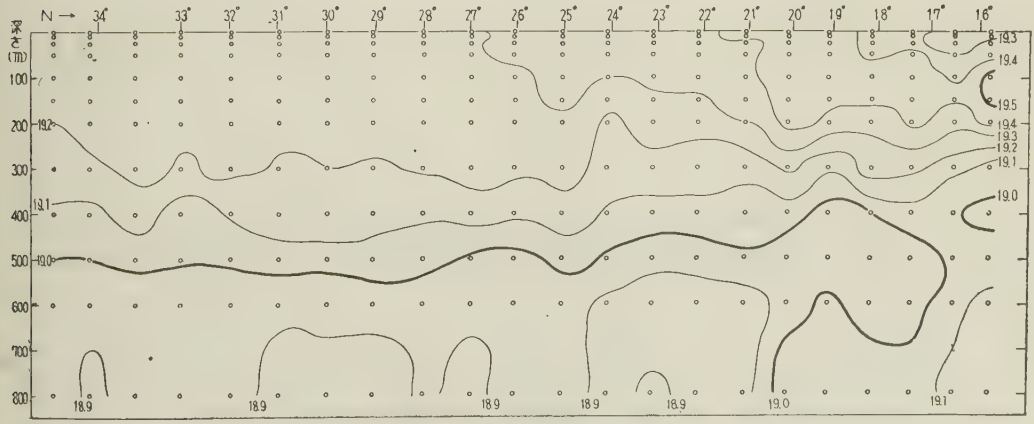
第 19 図に 1 例として、1956 年の延縄漁期の 140°～150°E の範囲での南北方向の漁獲量の分布を示す。漁獲は 38°～26°N にわたつており、26°N 以南ではほとんど全く漁獲が見られない。第 20 図に当該水域の 1941 年 2 月の南北の断面（水温と塩素量）を示した。勿論この両図は年次が異るので直接的に対応させる事は出来ないが、このような広い水域をとつた場合の漁獲量の南北の分布の形には年による差はほとんど無いし、又南北の海洋構造の移り変りの型も基本的には一定である。35°N 以北の事はさて置き、漁獲量の分布は 31°N から 33°N にかけて一つの山を持つ



第19図　1956年の延繩漁期の140°～150°Eの範囲内での南北方向のビンナガの漁獲尾数の分布。3°毎の移動平均値。



第20図 A　1941年2月の第20図Cに示した観測線に沿うた水温の断面。



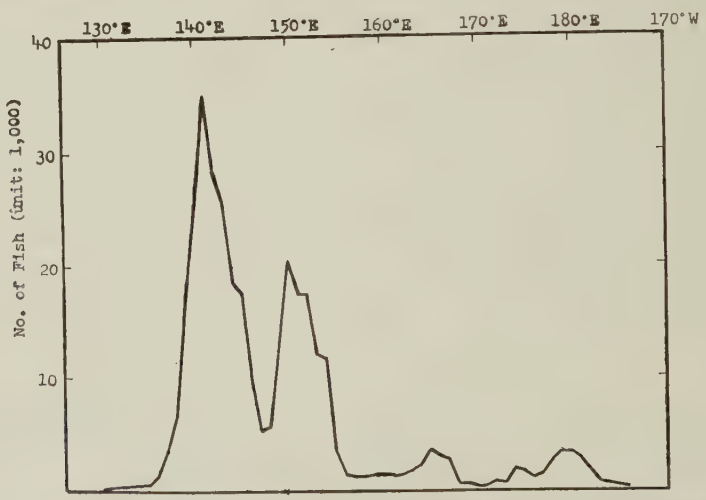
第20図B　塩素量の断面。

第 20 図 C　第 20 図 A 及び B に対応する観測線。

ている。この山は第 20 図の、水温鉛直傾度の最も小さな水域に対応している。更に、27°N 以南ではほとんど漁獲がみられないが、27°N 以南の水域は高塩な亜熱帯収斂域であつて、表層から中層にかけて塩素量は 19.3‰ 以上となつており、又 100m 以深の鉛直安定度が急速に大きくなつている。この事から、ビンナガの主棲息水域は 19.3‰ 以下のところに限られ、更に鉛直安定度が小さい事が棲息のための最適条件である事が判るのであつて、前項で述べた結論と一致している。

東西方向の漁獲量の分布と海洋条件

第 21 図に、例として 1955 年の延縄漁期における東西方向の漁獲尾数の分布を示す。図に見られるように、ビンナガの漁獲の東限はせいぜい 175°W である※。FLEMING[18] によれば、30°N 線では 175°W 以東で塩分が 35.0‰ 以上（塩素量 19.37‰ 以上）になるのであつて（2 月）、恐らく 19.3‰ 位のところが分布の限界なのであろう。



第 21 図　1955 年の延縄漁期の東西方向のビンナガの漁獲尾数の分布。3° 毎の移動平均値。

考　察

以上延縄の資料を用いて、ビンナガの漁況と海況との関係を吟味したが、竿釣りの場合（川崎[4][5]）

※ これは漁船が行かないためではない。後述するように、メバチは更に東まで漁獲されている。

も併せて考えて、北太平洋西部水域のビンナガの行動を規制する海洋学的（環境）条件について、一般的な結論に達する事が出来る。

すなわち、北西太平洋のビンナガの主要な棲息水域は、亜熱帯収斂線と黒潮前線に挟まれる水域であつて、その東限は175°W である。この水域の塩素量はおおむね19.2～19.3‰ の間にあつて、ビンナガの棲息はこの塩素量範囲に基本的に限定されている。ビンナガはこの水域の中でも、暖水の厚さが大きく、水温・塩素量の鉛直傾度が周囲よりも小さく、従つて密度傾度の小さい水域を選択的に回遊する。このような水域は時計廻りの渦流を伴う沈降水域であつて、全体的に周囲よりも高温・高塩な暖水塊の性状を示す。従つて、ビンナガの移動は、表層の塩素量および鉛直安定度の変動に支配される。

次に魚体の大きさと環境条件との関係について検討する。須田[22]は、北太平洋の延縄漁獲物の魚体組成の地理的分布を、豊富な資料を用いて解析している。その結論は一言で言うと、ビンナガの魚体は東程大きく、又南程大きい事である。又筆者[23]も竿釣りと延縄の両方の場合について、魚体の南大北小の傾向を明らかにした。北太平洋には、25°N 附近を中心にして WSW から ENE に帯状に拡がる高塩（高温）帯が存在し、25°N 以北、175°W 以西の中緯度水域では、西から東へ向うに従い、又北から南へ向うに従つて高温・高塩となる (SVERDRUP et al[24])。従つて魚体組成の地理的な変化の傾向は、当然水温・塩素量の傾斜の反映として考える事が出来る。又井上[25]は1951年～1956年の資料を用いて南下期（冬）のビンナガの魚体別の漁獲表面水温を集計し、"小型魚より大型魚に向うにつれ、生活適温が高くなる傾向が認められる" 事を示した。以上の事は、総てビンナガの魚体の小→大の系列が、棲息水域の低温・低塩→高温・高塩の傾斜に対応している事を示している。

しかし、魚体分布のこのような系列性は、北（西）では若年魚の割合が大きくなり、南（東）では高年魚の割合が増加する、といつた単純なものではないし、又海洋構造も、南では高温・高塩で北では低温・低塩という単純なものではない。

先に筆者[5]は、特定の条件の下で、黒潮前線の北側でビンナガ漁場が形成される事を示したが、この水域て漁獲されたビンナガは、資料の範囲内では総て 15kg (90cm) 以下のものである※。又須田[26]は、90cm 以上の大型ビンナガだけが産卵のために亜熱帯収斂線を越えて南下する事を示し、この事はビンナガの体長が90cm 以上になつて産卵期に入ると、大きな生理的・生態的変化を起す事を意味すると指摘した。更に須田[26]は、亜熱帯収斂線の北側の北太平洋海流中の内部的な体長組成の相違よりも、亜熱帯収斂線の南と北の間の組成の相違の方がずつと大きい事を示した。この水域の特徴としては、北側に較べて高温・高塩である事の他に、対流圏と成層圏の圏界面が水面に向つて持ち上つて居り、北側と較べて暖水層が薄い事を指摘する事が出来る。

以上の事から我々は次のように推論する事が出来る。ビンナガは体長 90cm 以下の時代には環境に対する適応性が大きく、黒潮前線の北の低温・低温で暖水層の薄い水域に進入する事が出来る。又体長が 90cm 以上となつて産卵期に入ると、生理的・生態的変化を生じて、亜熱帯収斂線の南の

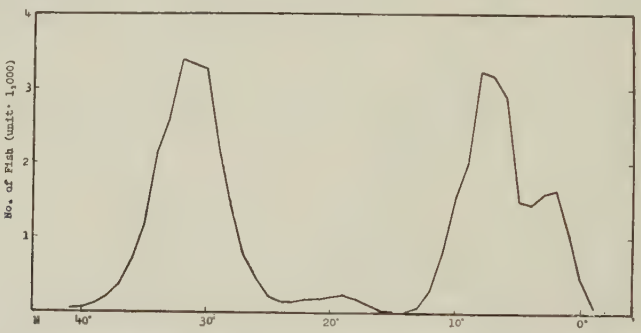
※ 川崎[5]および川合[2]を参照。1959年8月にもこの水域で漁場が形成されたが、これは体長 80～90cm のものであつた。

高温・高塩で暖水層の薄い水域へ南下する。

(1.3.3.) メバチ

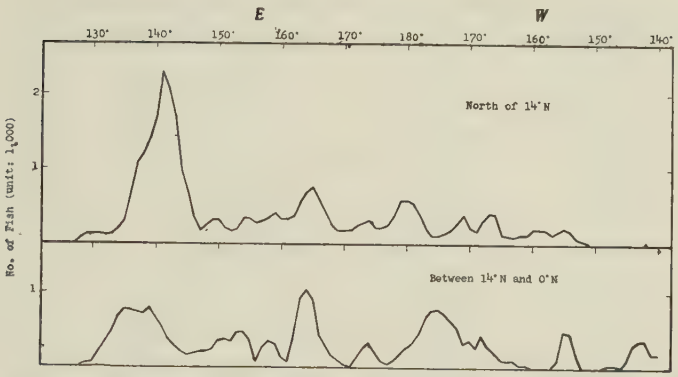
メバチは二つの漁法に主として漁獲される。その一つは体長 50～105cm の小型魚を対象とする日本近海の竿釣り漁法であり（本間等[27]及び**第1報**を参照）、他の一つは太平洋で広く漁獲対象となっている大型魚（北太平洋流域で体長 80～170cm（上村等[28]）、赤道水域で 90～180cm（行縢[29]））を対象とする延縄漁法である。竿釣りによる小型魚については筆者は**第1報**において考察したが、それを簡単に述べると次のようである。

"竿釣りメバチの漁場は、主として遠州灘南から野島崎東にかけての黒潮前線の南側の時計廻りの渦流域に形成される。漁場の海洋条件はビンナガの場合と同様で、高温・高塩で、周囲に較べて均一性の高い水域である。漁場は表面塩素量の低下（表層における均一性の低下）と共に西から東へ移動する。漁獲物は、6月の値で 55cm 附近にモードを持つ1年魚、77cm 附近にモードを持つ2年魚及び 101 cm 附近にモードを持つ3年魚の3年令群から成る。野島崎東の黒潮前線の南側ではこの3年令群が共に漁獲されるが、伊豆諸島や南西諸島の周辺の島嶼水域や混合水域では、1年魚だけが漁獲される。島嶼水域は環境条件の変動性が大きく、又混合水域は環境条件の変動性が大きいと共に、黒潮前線の南側に較べて低塩である。メバチは高塩で環境の安定性の大きなところに主として棲息する魚種であるから、以上の事実は、1年魚は適応性が大きく、以上の条件にあてはまらない環境にも棲息し得る事を示しているものと考えられる。"



第 22 図　1955 年の延縄漁期の南北方向のメバチの漁獲尾数の分布。3° 毎の移動平均値。

さて、次に延縄によつて漁獲される大型魚について検討してみよう。**第 22 図**に 1955 年の赤道以北の太平洋の南北の漁獲尾数の分布を例として示した。漁獲の山は 26°N 以北（亜熱帯収斂線以北）の北太平洋流域と、12° N 以南の赤道水域の二つにみられる。このように 12°～26° N でメバチの漁獲がほとんどみられない事は、塩素量帯の分布からよく説明する事が出来る。SVERDRUP et al[24] の Chart VI に北半球の夏の表面塩分分布が示してあるが、18°N から 30°N の間は東西に伸びる塩分 35.0‰（塩素量 19.37‰）以上の高塩部となつている。これと**第 12 図**とを対比すると、高塩部と漁獲の谷の部分といくらか喰違い北にずれているが、(1) 26°N 以北の漁獲はその大部分が 180°E 以西であげられて居り（**第 23 図**）、180°E 以西では 35.0‰ の等塩分線は WSW へ伸びて居り、漁獲の最も多い 140°E 附近（**第 23 図**）では、その北側の線は 27°N にある事、



第 23 図　1955 年の延縄漁期の，14°N の南北でのメバチの東西方向の漁獲尾数の分布。
3° 毎の移動平均値。

(2) 延縄漁期である冬には、この高塩部は東南に移動する事（FLEMING[18]）を考慮すると、高塩帯が丁度漁獲の谷の部分に対応すると考えてよい。小型魚の場合に示したように、メバチは塩素量の変化に敏感な魚種であり、大型魚の場合にも、非常に高塩な場合にはメバチの棲息には不適なのであろう。以下この大型魚について、北太平洋流域の場合と赤道水域の場合について考える。

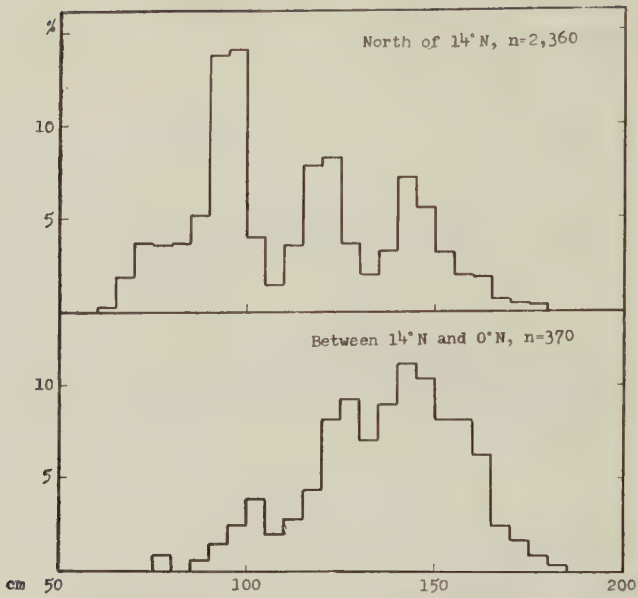
北太平洋流域

第 23 図に、1955 年の北太平洋流域における漁獲尾数の東西の分布を示す。漁獲水域はビンナガの場合より更に東に拡がり、150°W にまで及んでいる。北太平洋流域でのメバチの漁獲中心である 30°N 附近では、先に示したように、メバチの漁期である冬季には 175°W 以東が表面塩分 35.0‰（塩素量 19.37‰）以上の高塩域となつている。従つてメバチはビンナガの分布しない高塩域にも分布しているわけで、ビンナガよりも高塩素量に対する適応性が大きい魚種である事が判る。**第 16 図**に 1956 年 2 月の 100m 層の等温線および 1 月～3 月に 10 尾以上の漁獲のあつた緯度・経度 1 度の枡目を示した。漁獲水域はビンナガの場合とほとんど重つて居り、黒潮前線の右側の高温・高塩な時計廻りの渦流域である。

北太平洋流域のメバチの魚体組成については、上村等[28]の報告がある。これによると、メバチの体長は東へ行く程大きくなつている。この事は当然ビンナガの場合と同様に、大型魚程高温・高塩に適応しているものと考えるべきであろう。

赤道水域

第 23 図に赤道水域における漁獲尾数の東西の分布を示す（1955 年）。漁獲水域は東西に平均して広く、130°E から 140°W に拡がつている。この水域の表面塩分は、34.5～35.5‰（塩素量で 19.10～19.65‰）で、非常に広い。この水域のメバチの体長組成については、行縢[29]の報告がある。これによると体長範囲は全体的に 90～180cm であるが、6°～12°N の範囲で東西に著しい相違が認められる。すなわち、170°E 以西では 140cm にモードを持つものが主群であるが、170°E～160°W では 160cm 附近にモードを持つものが卓越群となつており、更に 150°W 以東では再び



第 24 図　1953 年 12 月～1954 年 2 月に漁獲されたメバチの体長組成。

140cm のものが卓越群となつている。行縢[29]はこの現象について、170°E 以西が産卵水域である事と、150°W 附近迄フンボルト海流の影響があるらしい事に原因を求めているが、これでは同じ断層的な組成の変化についての包括的な説明とはならず、又北太平洋海流域の 150°E 以東の断層的な変化（上村等[28]の Fig. 2）を説明する事は出来ない。この現象は、北太平洋流域の場合と同様に、塩素量から最もよく説明出来るのであつて（水温からは説明出来ない）、赤道水域の 170°E ～150°W はその東西両側に較べて著しく塩素量の高い水域となつているのである（SVERDRUP et al[24] の Chart VI）。

更に赤道水域のメバチは北太平洋流域のそれと比較して著しく平均体長が大きいが（**第 24 図**）、赤道水域では塩素量も全体的に北太平洋流域よりも高く、明らかに塩素量と対応している。

考　察

先ず東北海区の延縄漁業の場合について考察する。1952 年の漁場の動きを見ると、メバチは 4 月から 5 月にかけて北上して黒潮前線に達し、そこから暖水塊内部に進入するように見える。しかし 4 月から 7 月にかけての魚体組成は大きく変化している。4 月に漁獲されたメバチは大部分が 10 貫以下のものであるが、5 月になると 10 貫以上のものがかなり出現する。これは 5 月になつてから漁場に添加されたものとみるべきであろう。7 月に入つて漁場が暖水塊内部に移ると、10 貫以下の小型魚は漁獲されなくなる。これは大型魚だけが黒潮前線を越えて暖水塊内に進入したものと考えるべきである。暖水塊内で大型魚だけが漁獲されている事は、1959 年 8 月の場合も同様である。更に注目すべき事は、クロマグロの場合には 2 次的黒潮前線上で広い魚体範囲のものが大量に漁獲され、大部分のものが 2 次的黒潮前線沿いに東北海区に進入するものと考えられたが、メバ

チはこの水域では全く漁獲されない事である。この事は、延縄の漁獲物の範囲内では、140cm 以上の大型魚だけが黒潮前線を越えて北上し得るものと考えて差支えない事を示している※。又この事は、メバチが均一性の高い水域を選択的に回遊する事を示している。**第1表**に 1959年8月に混合水域内で漁獲された推定体重の記載の有るメバチの漁獲記録を全部示したが、非常に小型のもの2例と非常に大型のもの 13 例から成つている。筆者は**第1報**において、1953年～1956年の4年間の魚体調査で抽出測定された混合水域内の竿釣りメバチは総て 1 年魚である事を示したし、又 1958 年以前にはこのような大型魚が竿釣りで漁獲されたという記録を見ていない。従つてこの場合が特異な例である事は疑いないが、この事実は、魚が浮上している限りにおいては、このような大型のものも竿釣りによつて漁獲され得るという例証である。この事から、黒潮前線の南側で竿釣りで105cm 以上のメバチが漁獲されないという事は、それが浮上していない事を示し、暖水層の薄い混合水域では、浮上する事もあると考えてよい。更に注意を要するのは、**第24図**と**第8図**とを比較れば判るように、黒潮前線の北側では、160cm 以上の大型魚が特に多く漁獲されている事である。この事は、メバチの生涯の最後の時期に、大きな生態的変化が生ずる事を示しているものと思われる。

第1表　1959年8月に黒潮前線の北側で竿釣りよつて漁獲されたメバチの記録。

位　置	漁獲数量	推定平均体重又は体重範囲
39°30′ N 150°20′ E	400 貫	5貫～15貫
40°02′ N 152°51′ N	13 尾	15貫～30貫
40°45′ N 143°04′ E	1 尾	15 貫
39°55′ N 151°50′ E	24 尾	10 貫
40°22′ N 153°36′ E	23 尾	3.9kg～7.5kg
40°27′ N 152°30′ E	500 貫 (50尾～60尾)	
37°50′ N 148°28′ E	12 尾	30kg
38°04′ N 149°00′ E	5 尾	2.2kg～3.5kg
37°53′ N 150°00′ E	40 尾	5貫～10貫
38°26′ N 148°26′ E	1 尾	45kg
38°10′ N 150°05′ E	50 尾	15kg～20kg
40°44′ N 152°28′ E	5 尾	60kg
40°14′ N 152°40′ E	4 尾	10貫～15貫
40°29′ N 152°35′ E	23 尾	10貫～15貫
38°38′ N 147°21′ E	10 尾	18kg～70kg

メバチの棲息環境についてとりまとめると、次のようにいう事が出来る。メバチの棲息水域は北太平洋流域ではビンナガとよく似て居り、黒潮前線の南側の、周囲よりも鉛直方向の水温傾斜・塩素量傾斜・密度傾斜が小さく、従つて環境条件の均一性が大きく、しかも暖水層の厚い渦流域である。魚体が大きくなる程高温・高塩性となり、体長と環境条件の間には、平行的な対応関係が存在する。若年魚（1年魚）の時には適応性が大きく、環境条件の変動性の大きな島嶼水域や、黒潮前線の北側の低温・低塩で暖水層の薄い混合水域に進入する事が出来る。140cm 以上の高年魚になると適応性が変化して、黒潮前線の北側に進入する事が出来るようになる。メバチの塩素量に対する適応性は小さく、黒潮前線の北側の低塩部と同様に、20°N 線を中心にして東西に伸びる高塩部にもほとんど分布しない。黒潮前線の南側の表層で竿釣りで漁獲されるメバチは体長 105cm

※ 先に示したように、延縄によつては体長 60cm 以下の、1 年魚に相当するものは全く漁獲されない。

以下のものであり、又中層で延縄で漁獲されるものは体長 60cm 以上のものである。従つて、体長 60～105cm の間に、表層性から中層性への生態的変化が生ずるのである。

(1.3.4.)　キ ハ ダ

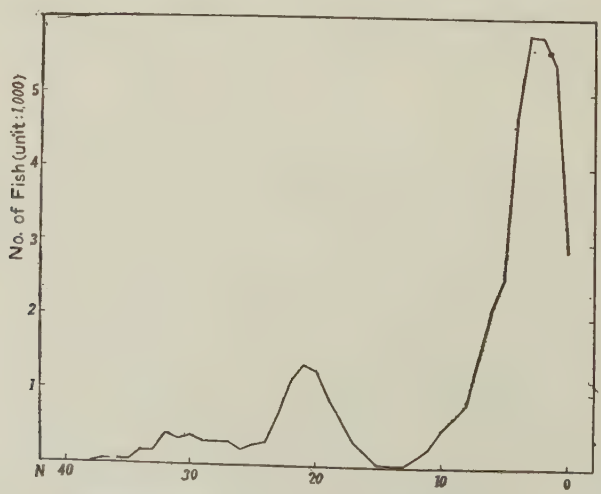
キハダは主に三つの漁法によつて漁獲される。すなわち小型魚を対象とする日本近海の竿釣り漁法、太平洋で広く行われるところの大型魚を対象とする延縄漁法及び常磐・三陸近海の旋網漁法である。竿釣りによつて漁獲される日本近海の小型魚については**第 1 報**で考察したが、要約すると次の様になる。

"漁獲は主として伊豆・小笠原諸島及び南西諸島の周辺で行われており、キハダの小型魚は島嶼性が強く、従つて環境条件の変動に対する適応性が大きい事を示している。伊豆・小笠原諸島周辺で漁獲されるキハダの体長組成については藪田等[30]の報告があり、体長範囲は 30～100cm である。一方、南西諸島周辺で漁獲されるキハダの体長範囲は 30～60cm であり、伊豆・小笠原諸島周辺で漁獲される 60～100cm のものは全く漁獲されない。この事は、小型魚（1 年魚）が分布の縁辺部に多い事を示している。"

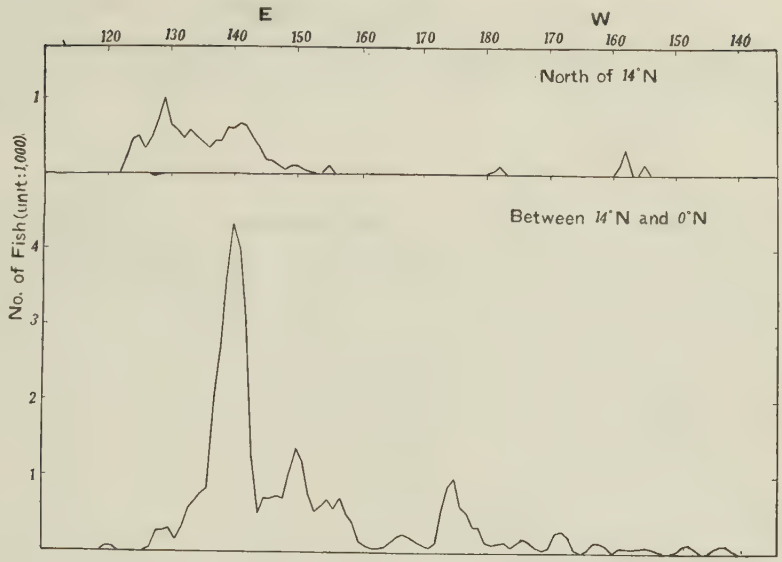
常磐・三陸近海の旋網漁法の場合は前 2 節において述べたので、本節では延縄漁法の場合について述べる。

第 25 図に 1955 年の赤道以北の漁獲尾数の南北の分布を示す。漁獲の峰は 21°N と 3°N にみられる。この漁獲尾数の分布はメバチの場合と異つて、塩素量の東西の帯状分布に全く対応していない。だとすれば、キハダの分布はどんな環境条件と対応しているのであろうか?

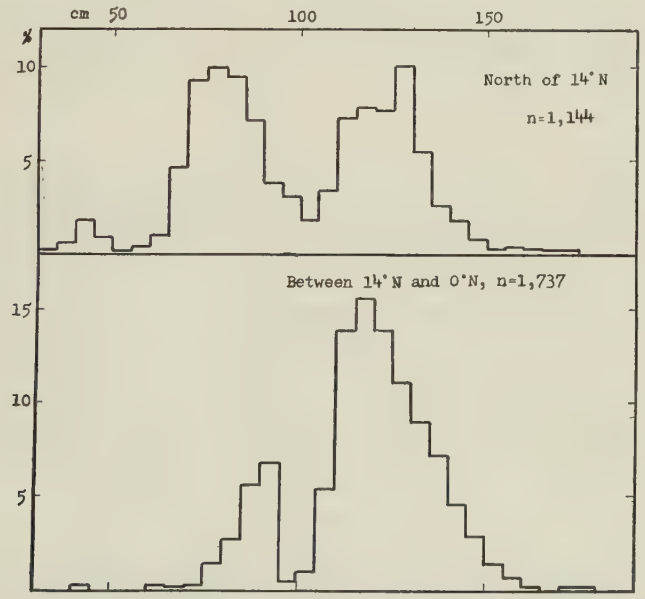
次に分布の谷である 14°N の南北で、漁獲尾数の東西の分布を見よう（**第 26 図**）。先ず 14°N 以北の北側を見ると、キハダの分布はその大部分が 120°～150°E の太平洋西部に限られ、メバチの場合と著しい対照を示している。このような傾向は 14°N 以南においても同様であつて、漁獲尾数は 160°E 以西に集中し、180°E 以東では僅かに漁獲されているに過ぎない。このように漁獲が



第 25 図　1955 年の延縄漁期の南北方向のキハダの漁獲尾数の分布。3° 毎の移動平均値。



第 26 図　1955 年の延縄漁期の，14°N の南北でのキハダの東西方向の漁獲尾数の分布。3° 毎の移動平均値。



第 27 図　1953 年 12 月～1954 年 2 月に漁獲されたキハダの体長組成。

西偏している状態は、上記の小型魚の場合と同様に、島嶼の存在（海底地形）と関連させればよく説明が出来る。すなわち 14°N 以北では、150°E 以西が伊豆諸島・小笠原諸島・硫黄列島・マリアナ諸島を始め、沖の鳥島・大東島等の存在する島嶼水域となつており、14°N 以南では、180°E 以西がマーシャル・カロリン諸島等を含む島嶼水域である。すなわち、キハダは大型魚においても島嶼性が強いという事が出来る。

第27図に、1953年12月～1954年2月の延縄によつて漁獲されたキハダの体長組成を、14°Nの北側と南側について示した。北側の体長範囲は60～150cm、南側では70～160cmであり、明らかに南側で大型魚の割合が大きい。

考　察

以上をとりまとめて次のようにいう事が出来る。60～160cmの中・大型魚は近海水域・島嶼水域で漁獲され、接岸性・島嶼性が強く、特に常磐・三陸沖では近海の潮境を選択的に回遊する。この事は、キハダが変動性の大きな水域を好む事を示している。棲息水域は20°N附近の高塩部から三陸沖の低塩部にまたがり、塩素量に対する適応性は非常に大きい。一方30～100cmの小・中型魚及び30～60cmの小型魚が、夫々伊豆・小笠原諸島及び南西諸島の島のごく周辺若くは瀬で漁獲される。この事は、小型になれば成る程島嶼性が強い事を示している。すなわち、30～60cmの小型魚は島のごく周辺でだけ漁獲されるが、60～100cmの中型魚は島のごく周辺からかなり島から離れたところに迄漁獲され、更に100cm以上になると島のごく周辺では漁獲されないのである。従つて、キハダは島嶼性の魚種であるというものの、島嶼に対する親密度に魚体の大きさに対応する一定の系列があり、30～60cmでは瀬付性であるが、60cmから100cmにかけて次第に瀬を離れ、100cm他上になると瀬には全く付かなくなるのである。赤道水域では大型魚の割合が多いが、これはこの水域がキハダの産卵場である事から（木川[31]、矢部等[9]）よく説明出来る。

(2.)　食性について

マグロ類の食性については、現在までかなりの報告がある（SUYEHIRO[32]・中村[33]・藪田[34]・渡辺[35]・KING et al[36]）。その共通点は中村[33]が述べているように、"その海域に最も多い動物とか、捕え易い動物などを食餌としていると考えるのが妥当"であり、"食餌に嗜好があり選択して摂餌する習性があるとしても、あまり苦しいものとは考え難い"という事である。従つて、胃内容物はその魚が漁獲された環境の反映であると考える事が出来る。既往の諸研究はおおむね延縄の漁獲物である大型魚について行われたものであるが、筆者は日本近海で漁獲された小型魚について胃内容物を調べた。筆者はこれまでの記述の中で、漁獲条件及び環境条件についての資料が最も豊富な日本近海の小型魚を中心にして検討を進めて来たので、之に対応させるために小型魚を選んだのである。

クロマグロの小型魚（クロメジ）の調査は僅か5尾だけである。材料は1958年の3月に三宅島で瀬付として漁獲された体長55～59cmのものであり、餌料は総てカタクチイワシであつた。このようにクロマグロは調査数が少なかつたので比較の対象からはずし、ビンナガ・メバチ・キハダの3種について検討する。

筆者はビンナガ160尾・メバチ及びキハダ夫々50尾ずつについて胃内容物を調べた。その内訳を第2表に示す。

第28図に胃内容物の種類別出現率を示した。この出現率とは、当該の種類の認められた胃袋の数を全胃袋数で除したものである。漁獲物の胃内容物を取扱う際に念頭に置かねばならない事

表2表　胃内容物調査に用いた標本の記載。

魚種	漁獲時	体重範囲（体長範囲）	漁法	位置	尾数	備考
ビンナガ	1958年12月中旬	5.8～9.8kg(62～74cm)	釣	37°34′～38°20′N 142°57′～146°21′E	20	
	〃 12月下旬	6.0～7.4〃 (63～67〃)	〃	35°44′～38°33′N 143°09′～146°50′E	〃	
	1959年 1月上旬	2.9～4.0〃 (49～55〃)	〃	34°33′～37°57′N 142°57′～145°48′E	〃	
	〃 1月中旬	6.1～8.3〃 (63～70〃)	〃	34°00′～35°20′N 141°30′～142°40′E	〃	
	〃 1月下旬	6.8～9.1〃 (66～73〃)	〃	32°44′～35°05′N 140°10′～143°13′E	〃	
	〃 2月上旬	6.7～8.4〃 (65～71〃)	延縄	28°14′～34°58′N 173°25′E～178°41′W	〃	
	〃 2月中旬	6.4～9.6〃 (64～74〃)	〃	29°32′～30°19′N 141°14′～147°39′E	〃	
	〃 2月下旬	5.8～10.3〃 (62～75〃)	〃	29°39′～31°22′N 156°16′～158°13′E	〃	
メバチ	〃 5月下旬	3.0～3.8〃 (52～56〃)	釣	32°11′N, 139°20′E	50	木付
キハダ	〃 3月上旬	9.4～11.2〃 (67～78〃)	〃	黒瀬	50	瀬付

第28図　マグロ類3種の胃内容物の魚種別・漁法別の出現率。

は、胃内容物が天然餌料（prey）であるか又は餌（bait）であるかという事であるが、実際問題としてはこの両者をはつきり見分ける基準は存在しない。筆者の処理した材料では、釣りの場合にはカタクチイワシを、延縄の場合にはサンマを餌として使用している。従つて、この事を考慮して餌に用いた魚種は一つの項目として扱い、又ビンナガは釣りの場合と延縄の場合を分けて示した。そうして餌の魚種―カタクチ若くはサンマ―を考察の対象からはずす事にした。

先ずビンナガでは出現率が50%以上のものは甲殻類だけで、魚類・尾索類・頭足類は総て50%

以下であるが、キハダでは総て 50% 以上であり、メバチでは総て 50% 以下である。この事は、(1) キハダ・ビンナガ・メバチの順に餌料構成が単純になる事，(2) 魚食率はキハダで最も大きい事，を示している。餌料構成の複雑性は環境条件の反映と考えられるのであり、キハダは瀬付のものであつて、一定水域内の餌料生物の種類が多く、ビンナガ・メバチは大洋の中を泳いでいるのであるから、一定水域内の種類は少ないのであろう。又特にメバチは木付のものであるから索餌半径が小さく、最も単純な食餌組成を示すのであろう。又キハダで魚食率が高いという事は、食餌の質がよい事を示しているのである。更に第3表に示すように、摂餌率（胃内容重/体重）はキハダで最も高く、他の2種の3倍に達している。この事は、島嶼の周辺には餌料が多い事の反映であろう。

第3表　魚種別の摂餌率の平均値。

ビンナガ（竿釣り）	ビンナガ（延縄）	メバチ	キハダ
0.7%	0.3%	0.7%	2.0%

(3.) 生態と胸ビレの長さとの関係

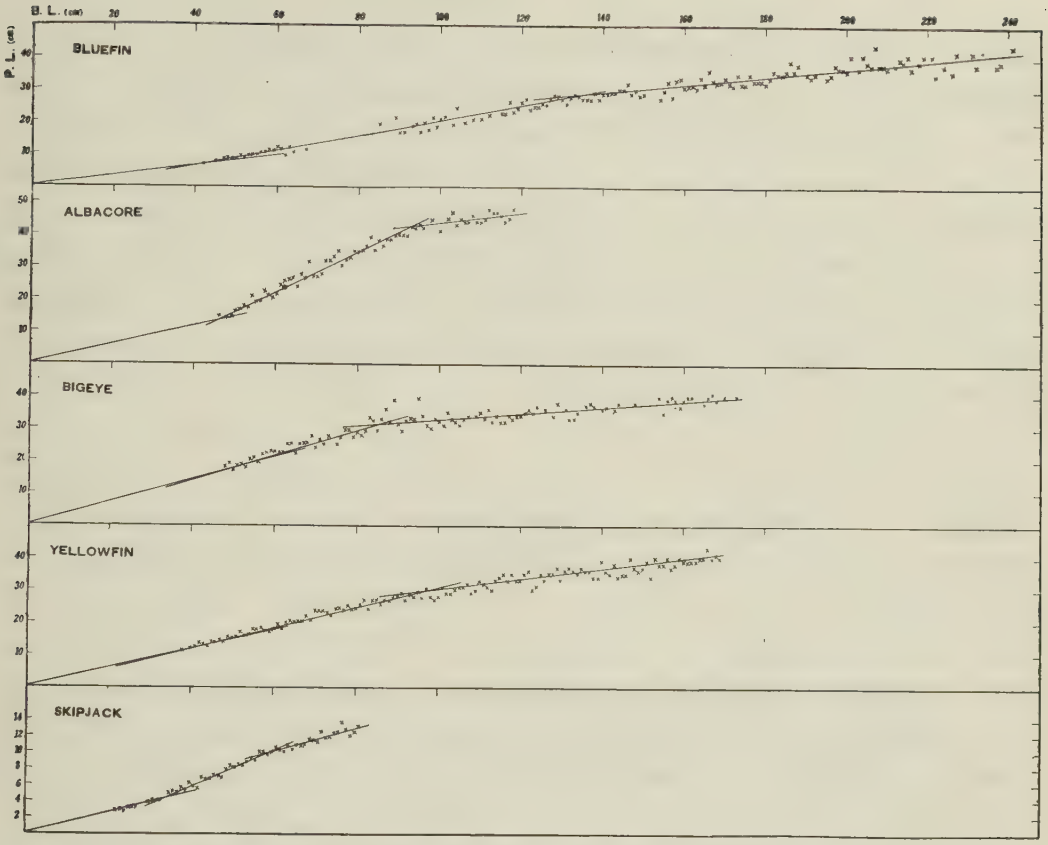
本章では、これまでに述べて来た生態的諸特徴が、魚体の構造とどういう関連を持つているかについて考えてみる。魚体の各器官が夫々生態的諸特徴によく適応している事は一般的に考えても当然の事であるが、その中でも特に関連性を求め易いのは、消化器官と運動器官である。しかし消化器官については、筆者は特に生態的に意味づけ得る魚種間の差異を見出す事が出来なかつた。

運動器官としては筆者は胸ビレに着目した。胸ビレの長さの体長に対する相対的な比率は、マグロ類4種の外部形態上の最も著しい区別点の一つとされている。マグロ類の4種の胸ビレは、ビンナガで最も長く、メバチが之に次ぎ、キハダ・クロマグロと短くなつて行く。この事の持つ生態的意味について考えてみる。マグロ類の胸ビレは推進器ではなくて、運動の方向を調節する水平翼の役割を果している。従つて、胸ビレが長い事は、上昇・下降の角度を一定に保つ場合及び変える場合の効率がよい事を意味する。

生態のよくわかつている小型魚について考えると、すでに述べたように、ビンナガは均一性の大きな水域を回遊し、成群形態は主として他物に依存しない形態であり、運動性が最も大きい魚種である。ビンナガが棲息水深範囲の大きい魚種である事は、多くの漁業者が経験している事であつて、中層曳縄で魚群を表面に誘導して漁獲するという事はビンナガ漁のごく普通の漁法であるし、又急速に魚群が沈降して見失つたり、突如として上昇したりする例なども数多く報告されている。浮上・沈降の速度も大さく、東海大学の服部氏は 400m 層のビンナガが急速に浮上した事を魚群探知機により確めている。

メバチは均一性の大きな水域に棲息しているが、成群形態は主として他物に依存する形態であつて、ビンナガよりは運動性が小さい。例えば木村のメバチは容易に流木より離れないのであつて、この事は数日間も同じ流木によつてメバチを漁獲した幾多の例から明らかである。

キハダは瀬付又は他物に依存する形態をとつて島廻りに滞泳的に棲息しているため、更に運動性は小さく、クロマグロは島嶼水域では全く瀬付として、又島嶼の少い近海水域では水平的にも鉛直的にも環境要因の傾度が非常に大きな潮境水域に棲息して居り、運動性は最も小さい。魚種による



第 29 図　カツオ・マグロ類 5 種の胸ビレの長さの体長に対する相対成長。

胸ビレの長短はこのような運動性の相違に関連させて考える事が出来、運動性の大きなものほど胸ビレが長くて運動の効率がよいのである。

次に胸ビレの長さの体長に対する相対成長について考えてみよう。第 29 図に 4 種の胸ビレの長さと体長との関係を示してあるが、これから指摘出来る事は、クロマグロにおいては 120～140cm、他の魚種では体長が 80～100cm までは、胸ビレ長と体長との関係は一定の一次的関係にあるが、体長がこの限度を超えると、胸ビレの成長速度が鈍つて来て、X軸となす角度の小さな別の直線上に乗るようになる事である。この事は、マグロ類の体長が一定限度を超えると、運動性の変化――生理的・生態的諸特性の変化――が生ずる事を示している。筆者は先にクロマグロについて、小型魚～大型魚と超大型魚の間の棲息水域の海洋条件が基本的に異る事を示したが、クロマグロの魚体組成の年間変動は極めて大きく、従つて超大型魚の魚体の大きさの下限も年によつて変動し、120～140cm という体長そのものに意味づけを与える事は出来ない。しかし、他の 3 種については明らかな生態的意義を認める事が可能である。ビンナガの場合には、魚体が 90cm を超えたものだけが、亜熱帯収斂線を越えて海洋構造の異る水域へ南下して、表層－中層性から中層性となる。又収斂線の北側でも、90cm 以上のビンナガは竿釣りではほとんど漁獲されない。メバチの場合には、

60cm と 105cm の間に表層性から中層性への生態的な変化が生ずる。キハダの場合には 100cm を超えると全く瀬に付かず、竿釣りて漁獲される表層－中層性から中層性となる。之等の事は総て運動性の変化と関連しているのであつて、成長に伴う相対的な運動性の減少を意味している。

各魚種の場合とも体長の小さな方に対応する直線を延長すると、原点に達する前にX軸と交つてしまう。この事は、資料のある最も小さい体長と発生時の間に、胸ビレの相対成長速度の小さな一時期が存在する事を示している。ビンナガの産卵水域は 10°～30°N 及び 10°～20°S、メバチ及びキハダのそれは赤道水域と考えられており（上柳[37]、木川[31]、矢部ら[9]）、又クロマグロの主要な産卵場も台湾－ルソン島方面と思われるから（中村[33]）、マグロ類は発生してから暫くの期間は南方水域で過すものと思われ、その後の時期とは色々な意味で環境条件に相違があるわけである。胸ビレの相対成長速度の差はこの事の反映なのであろう。

(4.) ま と め

以上筆者は、マグロ類の4種について各魚種の生態を述べ、更に魚種相互間の生態の比較を行つて来た。ここで**第1報**からの論議を振りかえつて、魚種相互間の比較についての総括的なとりまとめを行つてみよう。

マグロ類は、部分的な重なり合いを含みながらも、夫々環境をすみ分けている。すなわち、クロマグロの主な棲息水域は黒潮前線の左側（沿岸側）であつて、低塩で鉛直安定度の小さな水域である。最大の漁場である常磐・三陸沖にクロマグロ漁場が形成されるのは夏から秋にかけてであり、この時期には年間を通じて最も低塩であつて、この事からもクロマグロが低塩性である事が判る。

一方ビンナガが主として回遊しているのは、黒潮前線と亜熱帯収斂線に挟まれた東西に長い帯状水域である。この水域は黒潮前線の北及び亜熱帯収斂線の南と較べて対流圏の深く発達している水域であり、又水平・鉛直両方向に均一性の高い水域であつて、塩素量の範囲は 19.2～19.3‰ である。ここに漁場が形成されるのは冬から春の時期であり、この時期は年間を通じて鉛直的な均一性の最も高い時期である。日本近海では6月に入ると、西側から次第に表層が高温・低塩となり、鉛直安定度が増大するか、それと共に漁場は東へ移動する。このようにビンナガは環境条件に対する適応性が小さく、均一性の高い水域を好む魚種である。

北太平洋について言えば、メバチはビンナガと同様に黒潮前線と亜熱帯収斂線に挟まれた水域にも分布するが、12°N 以南の赤道水域を分布の中心としている。12°N から亜熱帯収斂線に至る水域は、東西に帯状に伸びる高塩水域であつて、ここにメバチが分布しない事は、メバチが高塩には適応せず、塩素量に対する適応性の低い魚種である事を示している。しかしビンナガよりは適応性が大きく、ビンナガは 175°W 以東の高塩水域に分布しないのに較べて、メバチはずつと東にまで分布している。北太平洋流域での初夏の小型メバチ漁場の移動の模様はビンナガの場合とよく似ており、ビンナガとメバチが似通つた環境条件を要求する事を示している。しかし、メバチは 12°N 以南の、より均一性の小さな水域が分布の中心であつて、ビンナガよりは均一性に対する要求は小さい。

キハダは南北に最も広い分布域を持つ魚種であつて、その主要な棲息水域は、北太平洋では赤道水域から三陸近海の低塩水域に達して居り、又 12°～26°N の高塩水域の存在も分布と全く無関係である。キハダの分布が最も深い関係を持つのは島嶼や海礁の存在であつて、西太平洋の島嶼水域に卓越的に分布している。このようにキハダは euryhaline・島嶼性であつて、ビンナガ・メバチの stenohaline・大洋性と鋭い対照をなしている。

次に 100cm 以下の小型魚について各魚種のとる群態をみると、ビンナガは主として鳥付群で非依存形態をとり、依存性・他種との共存性が弱い。メバチは主として木付その他の依存形態をとり、依存性・共存性が強い。キハダは主として瀬付形態をとり、依存性・共存性は非常に強い。この事は、前者が移動の過程にあり、後者が定住性のものである事の反映でもある。このような各魚種の特性は環境条件に対する適応性とよく対応しているのであつて、環境に対する適応性の大きなものほど依存性・共存性が大きいのである。

更に、各魚種のとる群態の相違は〝すみ分け〟の効果を持つている。ビンナガとメバチは棲息水域が強く重なつているが、ビンナガはほとんどが他物に依存しない鳥付形態をとり、メバチは主として、他物に依存する木付形態かサメ付形態をとつてすみ分けている。メバチとキハダは島嶼の周辺では生活の場が重なつているが、メバチは主として木付形態、キハダは主として瀬付形態をとつてすみ分けている。

マグロ類4種の棲息水域の特徴点は、黒潮前線の北側の混合水域において、極めて明かに指摘出来る。すなわち、クロマグロとキハダは潮境水域に選択的な回遊を行い、環境の変動性を要求するが、ビンナガとメバチは高塩な暖水塊内部に選択的な回遊を行い、環境の安定性を要求する。

以上のような生態の相違は食性に強く反映する。キハダは食餌動物が種類の上でも量の上でも多い島嶼水域に、主として瀬について生活しているから、食餌構成は複雑であり、又摂食量も大きい。ビンナガ及びメバチは、均一性の高い、従つて餌が量・質共に貧弱な水域で生活しているため、食餌構成は単純であり、又摂食量も小さい。特にメバチは他物に対する依存性が強いため、行動半径が狭く食餌構成は最も単純である。

生態の相違は又成長にも関係が深い。キハダの棲息水域は食餌動物が豊富で、しかもキハダ自身の運動量が小さいから、エネルギーの消費が少なく、成長は最も早い。メバチは餌料の少ない水域を回遊しているが、漂流物に対する依存性が大きいため、エネルギーの消費が少なく、従つて成長はメバチに次ぎ、ビンナガは他物にほとんど依存せず、運動量が大きいため、成長重は最も小さい※。

生態の相違は、特に胸ビレの長さとよく関連している。胸ビレは鉛直方向の運動の効率に関係する。鉛直方向の運動性はビンナガで最も大きく、メバチ・キハダ・クロマグロの順に小さくなるが、胸ビレの体長に対する相対的な長さもこの順に短くなる。

魚類では一般に成長と共に環境条件に対する適応性が変化するが、マグロ類でもこの事は同様である。クロマグロは日本の周囲を取巻く前線の沿岸側の，低塩で環境条件が鉛直方向に傾斜の大き

※ クロマグロはキハダと同程度の成長を示すと考えられ、之はマグロが潮境一沿岸水域に棲息しているためと思われるが、まだ成長に関する信頼し得る研究が無い。

た水域で、小型魚から大型魚までが棲息するか、魚体が大きくなると適応性が変化して、暖水塊内部若くは黒潮前線の外側に移動し、伊豆・小笠原・台湾東方水域に出現する。この水域は高温・高塩で環境条件の均一性が高い。

ビンナガでは全体として小型魚程低温・低塩、大型魚程高温・高塩に適応する傾向があり、亜熱帯収斂線の北側で、広い体長範囲のものが北→南、西→東の両方向に平均体長を増加させながら、広範な水域に棲息している。ところが、亜熱帯収斂線の南の高温・高塩で変化の大きな水域には、90cm 以上の大型魚が春先に産卵のため南下する。このようにビンナガの小・中型魚は適応性が大きく、又大型魚になると適応性が変化する。

メバチは体長と環境条件との関係においてもビンナガの場合とよく似ており、大型魚程高温・高塩に適応する傾向がある。又黒潮前線の北側に進入し得るものは、小型魚の中では1年魚だけである。メバチは前述のように外洋性の魚種であるが、若干は島嶼のごく近辺でも漁獲される。これも総て1年魚である。このように小型魚は適応性が大きく、一般的な条件にあてはまらない環境にも進入し得るのである。一方三陸沖で延縄によつて漁獲されるメバチは総て 140cm 以上のもので、特に 160cm 以上の大型魚の比率が高い。すなわち、メバチては非常に小型のものは適応性が大きく、非常に大型になると適応性が変化する。又メバチは 100cm を超えると竿釣り漁法の対象てはなくなり、表層—中層性から中層性へ変化する。

キハダはビンナガやメバチの場合とかなり事情が異る。キハダは低塩域から高塩域に亘つて広い体長範囲のものが漁獲され、水温・塩素量と体長との対応関係を認める事が出来ない。魚体の大きさと環境条件の関係は島嶼又は海礁に対する親密度に求める事が出来る。すなわち、瀬付として漁獲されるキハダは大体において体長 100cm 以下のものに限られ、それ以上のものは直接に瀬に付く事を止めて島からいくらか離れた水域に移るのである。南西諸島周辺では 60cm 以上のキハダは漁獲されない。この事は、分布の縁辺水域ては小型魚だけが棲息する事を示している。又黒潮前線の北側の低塩域では、非常に大型のものの割合が大きい。

さて、以上の4魚種は何れも若い時代には適応性が大きく、又非常に大きくなると適応性が変化して、それまでの棲息域とは異質な環境の中に入つて行く傾向があるが、興味のある事は、中緯度地方が分布の中心であるクロマグロ・ビンナガでは、非常に大型のものは亜熱帯収斂線若くは黒潮前線を越えて南下し、赤道水域が分布の中心であるメバチ・キハダでは、黒潮前線を越えて混合水域に入るのであつて、丁度逆の関係になつている事である。

以上のような成長に伴う適応性の変化は、胸ビレの長さと体長との関係に関連している。マグロ類の4種は何れも一定の体長に達すると、胸ビレ長の相対成長速度が鈍つてくる。この事は、マグロ類の性質が表層—中層性から中層性に変化して行くため、相対的に運動性が減少して行く事に対応している。

(5.) カツオ類の生態について

カツオ類についての検討は、特にカツオとヤイトについて行つた。カツオとヤイトは体形が非常によく似ているが、その生態には非常な相違がある。

カツオについては筆者はいくつかの報文（川崎[38][39]）を出したが、その特徴点を述べると次のようになる。カツオの漁獲量はカツオ・マグロ類のうちで最大であつて、ヤイトとは比較にならない程大きい。カツオの分布は赤道水域から親潮前線域に及び、極めて広範であり、カツオ・マグロ類のうちで、環境条件に対する適応性は最も大きい。カツオは暖流系水の及ぶほとんど総ての水域に出現するが、特に選択的に回遊するのは、潮境水域と島嶼水域である。この事は、カツオが変動性の大きな環境を好む事を示している。

(5.1.) カツオの魚体と環境条件との関係

東北海区で漁獲されるカツオは3年魚が主群であつて、2年魚がいくらか漁獲され、伊豆諸島海区では3年魚が主群で4年魚がいくらか漁獲され、小笠原海区では矢張3年魚が主群であるが、4年魚がかなり漁獲される（川崎[40]）。このように、北側程平均年令が若くなつている。この傾向は西南海区でも同様であつて、列島周辺のものは3年魚と4年魚からなるが、五島灘で漁獲されるものは、2年魚と3年魚である（川崎[41]）。しかし細かく検討すると、東北海区及び五島灘の回遊群では4年魚は全く漁獲されないが、それ以南の伊豆・小笠原・西南諸島では2年魚もいくらか漁獲される。従つてこの傾向は、ビンナガ・メバチの場合と同様に、若年魚程広い環境条件に適応出来るという事を示している。

この事は、マグロ類の場合に指摘したのと同様に、胸ビレの長さの体長に対する相対的な関係によく反映している。**第29図**に示すように、体長 30cm と 60cm の間ではその前後と較べて胸ビレの相対成長速度が大きいが、これは体長30～60cm以外のものは東北海区や五島灘に回遊群として出現せず、伊豆・小笠原諸島や西南諸島の島まわりにだけ出現するという事実に対応している。すなわち瀬付群は回遊群よりも運動性が小さいのであるから、この事が胸ビレの長さに反映しているわけである。

(5.2.) ヤイトの生態について

ヤイトの漁獲は、ほとんど総ての場合が瀬付群として報告されている。1955年と1956年について、ヤイトの漁獲された記録を拾い上げると**第4表**のようにまとめられる。この表から明かな

第4表　ヤイトの瀬別の漁獲例数。

	1955 年							1956 年						
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	計	5月	6月	7月	8月	9月	10月	計
大島													1	1
三宅島						1	1						1	1
銭洲	3	1	1	1		1	7		1			1	6	8
御蔵島											2	4		6
新黒瀬									1					1
黒瀬								2	4			7	4	17
八丈島	1						1			3	1		1	5
青ケ島								1			1			2
富士丸浅場								1						1

ように、ヤイトの漁獲は伊豆諸島水域のしかも黒潮の流軸が横切る流速の非常に大きなところに限られており、それ以外の場合は2年間に1例だけ（富士丸浅場）である。これらの事から、ヤイトは瀬付性であって、その分布は（少くとも漁獲の記録からは）伊豆諸島周辺の強流帯に限られているという事が出来る。

(5.3.) 考　察

カツオの著しい特徴は、その分布水域の広さ、適応性の大きさである。カツオの分布は暖流系の水の及ぶほとんどあらゆる水域に及び非常に広い範囲の水温・塩素量に適応し、又ここに例を示すまでもなく、カツオ・マグロ類のとるあらゆる群態をとり、他の総てのカツオ・マグロ類と混獲される。その漁獲量はカツオ・マグロ類中最大であり、又延縄で漁獲されるマグロ・カジキ類の胃内容物に数多く若年魚が出現すること（須田[42]）などから、その資源量は非常に大きなものであろうと考えられる。これに対してヤイトは、その分布が伊豆諸島水域の流れの早いところに限られ、その漁獲量は極めて僅かである。しかも群態はほとんど瀬付に限られている。又資料がほとんど無いので具体的に示す事が出来ないが、筆者の魚市場での経験によれば、イソマグロは小笠原方面に瀬付のカツオを対象として出漁した漁船が、たまに1本・2本と釣つて来るものである。マグロ類の場合には、四つの魚種がかなりの量的平衡を保ちながら生活の場をすみ分けているが、カツオ類の場合には1種（カツオ）が圧倒的に優勢で、他の種は極めて局限された環境に押し込められた形になつているのが特徴である。

(6.) 進化の観点に立つた生態の比較 --生態と進化の関係についての考察--

筆者はこれまでに、夫々マグロ類及びカツオ類の各魚種の生態について考察し、更に各魚種を相互に比較・検討して、生態の異る意味について考察して来た。これらの魚種は海という環境の中で巧みにすみ分けながら、しかも一方では尖鋭な種間競争を行いながら棲息しているのである。こういつた生活関係は、長い時間の過程の中で形成されて来たものである。魚類が進化という大きな流れの中で形成されて来たものである以上、我々がその生活を真に理解するためには、どうしても生物進化の観点に立たねばならない。本章ではこれまでに述べて来たことを全体的に吟味し、更に生態と進化との関係について掘り下げる事にする。

生物の種は、新しい環境に対応した変異が蓄積され固定して行く過程の中で形成されて行くものである。この変異という語は一般には身体の構造上の変化について用いられているのであるが、身体的諸特徴の変化をそれ自身として取り上げる事は正しくないのであつて、生物の生活の在り方と体の構造との対応を統一的に把握してこそ、進化についての正しい理解に達する事が出来る。何故なら進化というのは生物が新しい生活の局面を切り開いてゆく中で、古いものから新しいものが形成される過程だからである。従来は種というものをみて行く場合に、身体の諸構造の差異をみつけ出し、それによつて種のカタログを作つて行くという傾向が支配的であり、現実の生活の場における生きた生物の在り方としての種を追及するという立場が欠けていたのである。

過去の諸研究を整理した松原[43]の分類によれば、マグロ亜科及びカツオ亜科はサバ上科に属

し、ある原型から分化したものである。更にマグロ亜科はマグロ属とメバチ属＋キハダ属のグループに分れ、マグロ属は更にクロマグロとビンナガに分れる。カツオ亜科では、イソマグロ属とスマ属＋カツオ属のグループに分れるのである。

先ずマグロ類から考察しよう。マグロ属の主要な棲息水域は亜熱帯収斂線の北の中緯度地方であり、メバチ属＋キハダ属の分布の中心は赤道附近の低緯度地方である。マグロ類は先ずこのようにして、基本的な生活の場を水平的にすみ分けたのである。

クロマグロとビンナガは同属に属し、類縁関係の最も近いものである。この2者の間で特徴的な事は生活の場が全く重ならない事で、この両者が混獲されるという事はまずない。この両者は、黒潮の流軸を境にして沖合側と沿岸側にはつきりとすみ分けている。ビンナガは鉛直安定度の小さな、均一性の高い水域に棲息し、胸ビレは非常に長いという形態的適応を行つているし、クロマグロは鉛直安定度の大きな、均一性の低い水域に棲息し、胸ビレが非常に短いという適応を行つている。このように、非常に類縁関係の近いもので生活の場が全く隔絶しているという事は、進化が生物の生活の新しい在り方へ向つての発展的な適応現象である以上当然の事である。

進化に伴う棲息水域のすみ分けには一般に二つの方向がある。一つは退行的な意味での生活空間のすみ分けであつて、多くの磯魚にみられる。クロマグロとビンナガの場合はもう一つの発展的なすみ分けであつて、分化した魚種の何れもの資源量が大きい時には、この方向をとる場合が多い。

メバチとキハダは別の属に属しているが、類縁はマグロ属との間よりもずつと近い。この両種は同属ではないため、生活領域には二次的な重なりが生じている。しかし、全体としてはかなりすみ分けているのである。すなわち、メバチは大洋性・stenohaline であり（胸ビレが長い）、キハダは島嶼性・euryhaline であり（胸ビレが短い）、島の附近では群態を通じてすみ分けている。このようなマグロ類の間の関係には、類縁関係が遠くなるにつれて二次的な重なり合いが生じてくるのであつて、種間関係が尖鋭化してくる。

さきにマグロ属とメバチ属・キハダ属は基本的に生活の場をすみ分けていると述べたが、それにもかかわらずかなりの重なり合いが見られる。どちらも大洋性・stenohaline のビンナガとメバチは、北太平洋流域で生活の場が強く重なり合い、euryhaline・島嶼性のキハダと低塩性・沿岸性のクロマグロとは、低塩部で重なつてくる。すなわち、マグロ属内でもメバチ属とキハダ属の間でも、大洋性と沿岸性（島嶼性）という同じようなすみ分け機構が存在し、次に大洋性のもの同士、沿岸性のもの同士の生活の場が重なつてくるのである。

このように、マグロ類では現在の種の生活の在り方を解析する事によつて、生活の進化の過程について理解する事が出来る。すなわち進化の過程は生活空間を拡大する過程であつて、生活空間を拡大する中で異る環境における変異が蓄積され、種が分化して行くのである。この過程の中で変異の増大に伴う矛盾は解決されるが、生活領域の拡大という生物の基本的方向は拡大再生産され、類縁関係の遠いもの同士の間の矛盾が生じて来る。このように、矛盾の解決と新しい矛盾の増大をはらみながら、マグロ類の複合社会が構成されている。

カツオ類の場合には、マグロ類とは対照的な事情がみられる。マグロ類では、各々の種が等価的に生活空間を分け合つているが、カツオ類ではそうではない。カツオ類は、分化の過程の中で、生

活空間が非常に大きく量的にも圧倒的に優勢なグループ（カツオ属＋スマ属）と、局限された生活環境の中に閉じ込められ、量的にも僅かなイソマグロ属に分れた。前者のグループは更に、生活空間が広く優勢なカツオ属と、生活領域が狭く劣勢なスマ属とに分化した。このように、一方が極めて優勢となり、他方を空間の一部に押し込めるという過程が繰返されてきた。これは、もはやすみ分けという言葉で表現するのは適当ではなく、発展と退行の現象である。カツオの場合は発展的な進化の方向であるが、他の2種の場合には逆に生活が退化して行く方向である。このようなマグロ類の過程とカツオ類のそれは、生物が分化して行く過程の二つの典型である。

カツオの生活領域は、マグロ類の総ての魚種の、ほとんど全生活領域を覆っている。カツオは、マグロ類とはとんどあらゆるところで混獲される。すなわち、亜科の間では生活の場の重なり合いが、従って種間競争が、属間と較べて更に尖鋭となってくるのである。このように、類縁が遠くなればなる程矛盾は増大するのであって、遂には食う食われるの関係（種間斗争）になって頂点に達するのである。

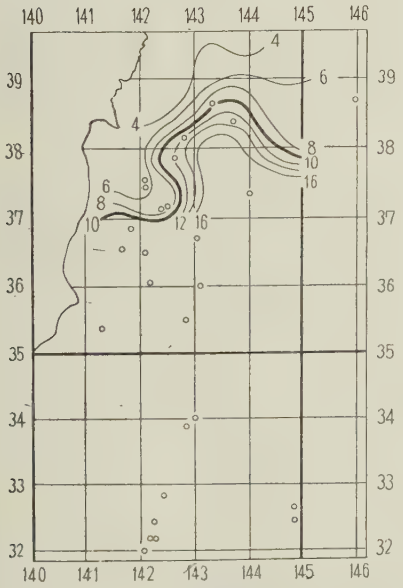
終りに臨み、本研究を指導していただいた本所長木村博士及び原稿を読んで有益な示唆を与えられた東北大学畑中博士に感謝の意を表する。本所塩田博士には色々と御援助を願い、又東海大学水産研究所及び本所資源部の方々には資料収集に当って御助力を賜った。以上記して感謝したい。

文　　献

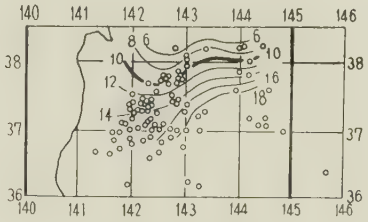
1) 川合英夫：東北水研報告，**5**，(1955)
2) 川合英夫：東北水研報告，**13**，(1959)
3) 黒田隆哉：日本水産学会東北支部会報，**9**(1-2)，(1958)
4) 川崎　健：東北水研報告，**9**，(1957)
5) 川崎　健：東北水研報告，**10**，(1957)
6) 永田俊一：日水研報告，**6**，(1957)
7) 山中　一：南水研報告，**9**，(1958)
8) 木村喜之助：日水誌，**1**(1)，(1932)
9) 矢部　博・上柳昭治・木川昭二・渡辺久也：南水研報告，**8**，(1958)
10) SHOMURA, R. & T., OTSU : Sp. Sci. Rep., **173**, (1955)
11) GRAHAM, J. J. : Sp. Sci. Rep., **212**, (1957)
12) MURPHY, G. I. : Lim. & Ocean., **4**(1), (1959)
13) GODSIL, H. C. : Fish Bull., **70**, (1948)
14) GANSSLE, D. & H. B. CLEMENS : Cal. Fish & Game, **39**(4), (1953)
15) BLUNT, C. E. : Cal. Fish & Game, **40**(3), (1954)
16) AHLSTROM, E. H. : Sp. Sci. Rep., **208**, (1957)
17) OTSU, R. : Unpublished.
18) FLEMING, R. H. : Bull. No. 2, Innternation. Nor. Pac. Fish. Comm, (1955)
19) BROCK, V. E. : Stanford Ichthy. Bull., **2**(6), (1943)
20) PARTLO, J. M. : J. Fish. Res. Bd. Canada, **12**(1), (1955)
21) 須田　明：マグロ延縄漁業平年漁況図，昭和33年版，(1955)
22) 須田　明：マグロ延縄漁業平年漁況図，昭和27年度，(1954)
23) 川崎　健・相沢幸雄：東北水研報告，**6**，(1956)

24) SVERDRUP, H. U., JOHNSON, M. W. & FLEMING, R. H. (1959) : The Oceans. Their Physics, Chemistry, and general Biology; Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc.
25) 井上元男 : 日水誌, **23**(11), (1958)
26) 須田 明 : 日水誌, **21**(12), (1956)
27) 本間 操・上村忠夫 : 日水誌, **20**(10), (1955)
28) 上村忠夫・本間 操 : 南水研業績集, **1**, (1953)
29) 行縢茂理 : 南水研報告, **8**, (1958)
30) 藪田洋一・行縢茂理 : 南水研報告, **5**, (1957)
31) 木川昭二 : 南水研報告, **5**, (1957)
32) SUYEHIRO, Y. : Jap. Jour. Zool., **10**(1), (1942)
33) 中村広司 (1949) : マグロ類とその漁業, 東京, 竹内書房
34) 藪田洋一 : 南水研業績集, **1**, (1953)
35) 渡辺久也 : 南水研報告, **7**, (1958)
36) KING, J. E. & I. I. IKEHARA : Fish. Bull., **108**, (1956)
37) 上柳昭治 : 南水研報告, **6**, (1957)
38) 川崎 健 : 東北水研報告, **11**, (1958)
39) 川崎 健・永沼 璋 : 東北水研報告, **13**, (1959)
40) 川崎 健 : 東北水研報告, **4**, (1955)
41) 川崎 健 : 東北水研報告, **4**, (1955)
42) 須田 明 : 日水誌, **19**(4), (1953)
43) 松原喜代松 (1955) : 魚類の形態と検索 I, 東京, 石崎書店

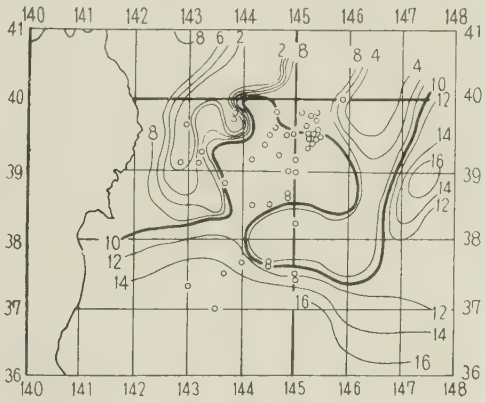
附図 1. 1952 年の各月の 100m 層等温線と延縄によるクロマグロ漁獲位置。



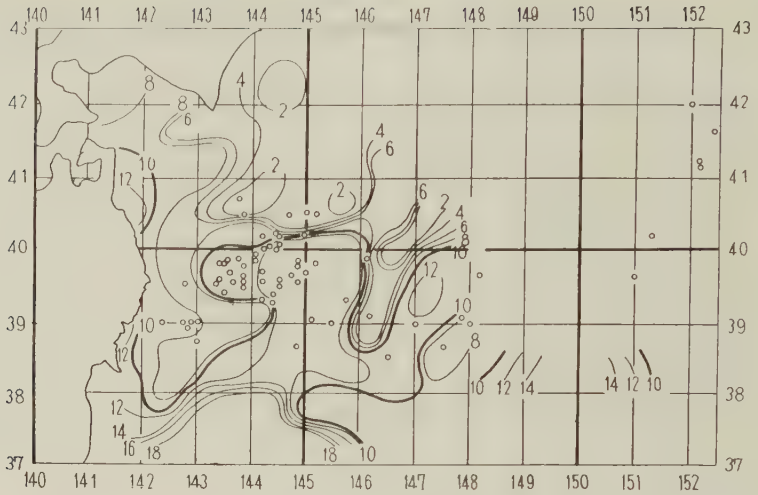
A. 4 月（等温線は 3 月）



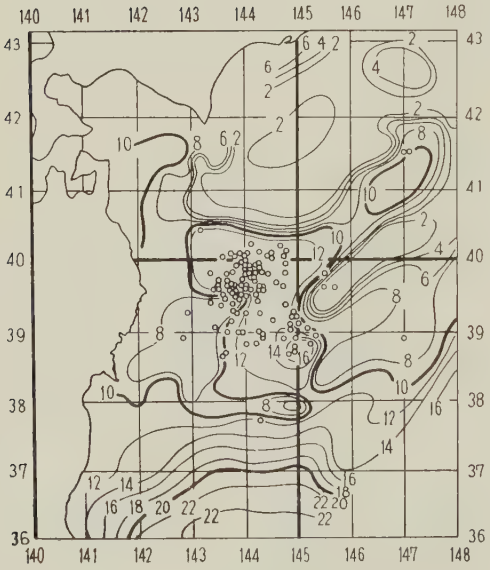
B. 5 月



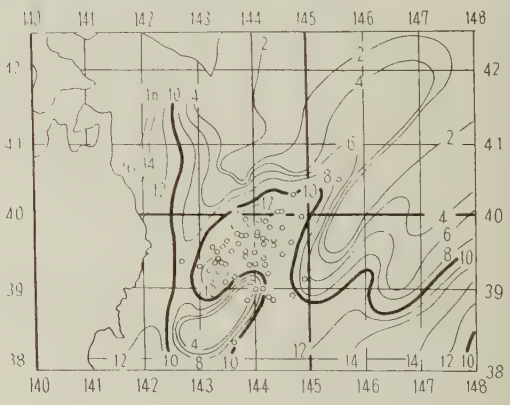
C. 6 月


140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152
43 42 41 40 39 38 37

D.　7 月

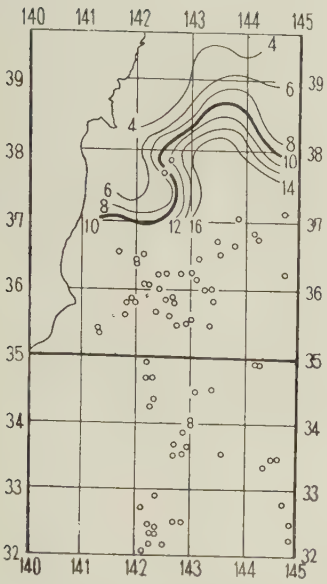

140 141 142 143 144 145 146 147 148
43 42 41 40 39 38 37 36

E.　8 月

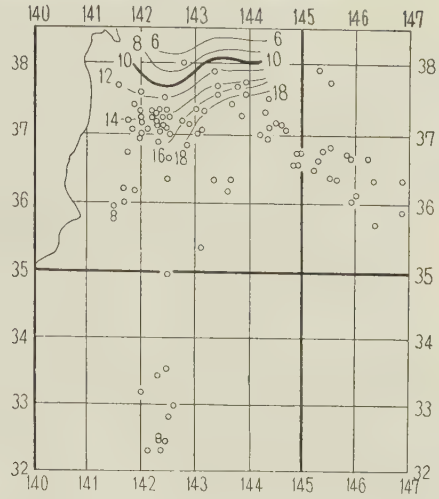

140 141 142 143 144 145 146 147 148
42 41 40 39 38

F.　9 月

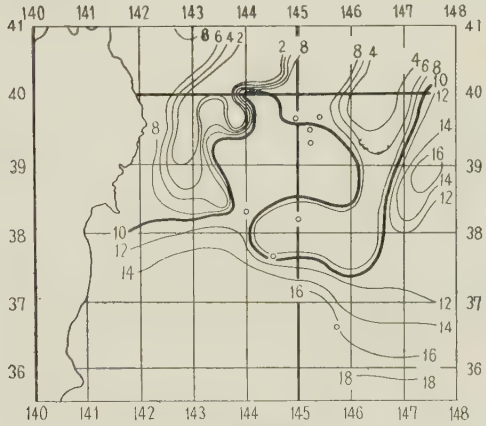
附図 2. 1952 年の各月の 100m 層等温線と延縄によるメバチ漁獲位置。



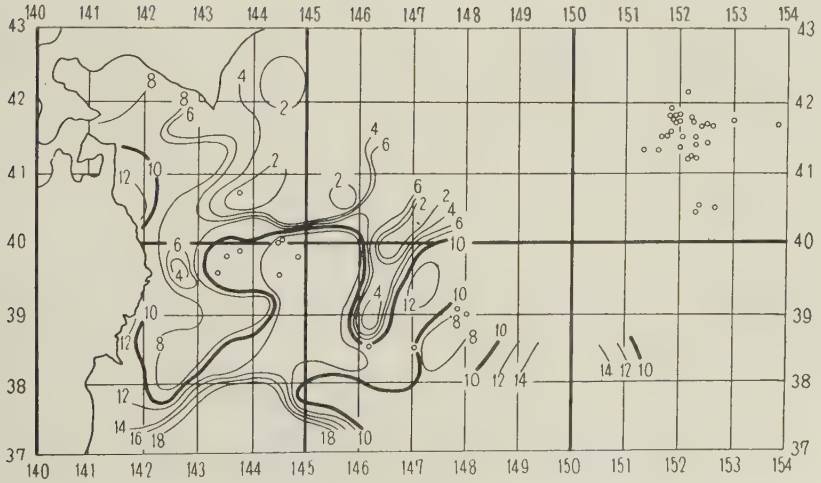
A. 4 月（等温線は 3 月）



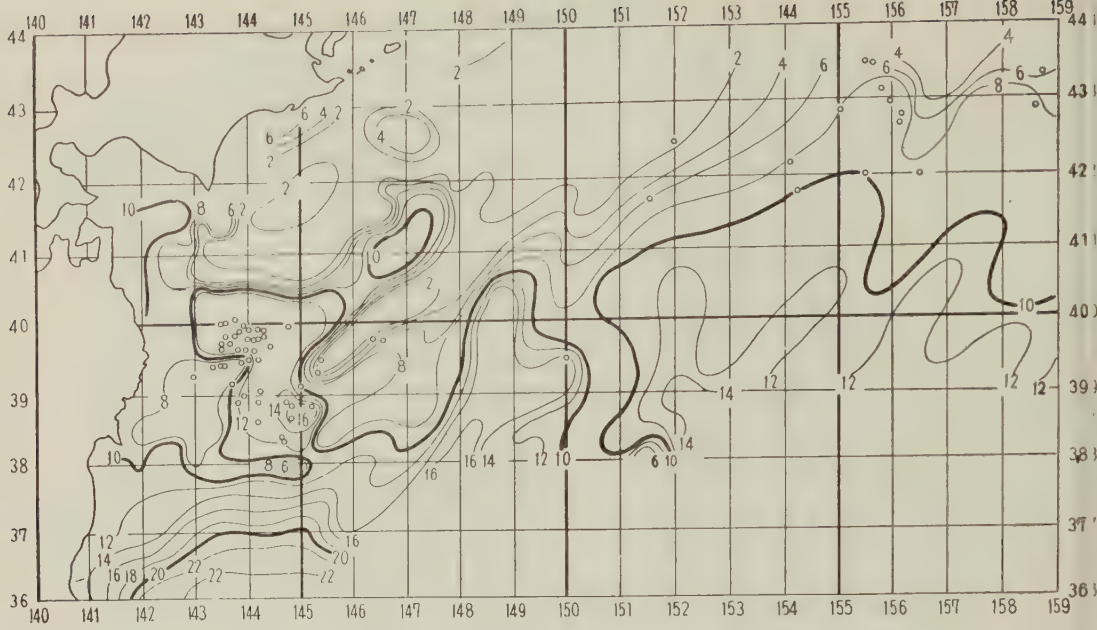
B. 5 月



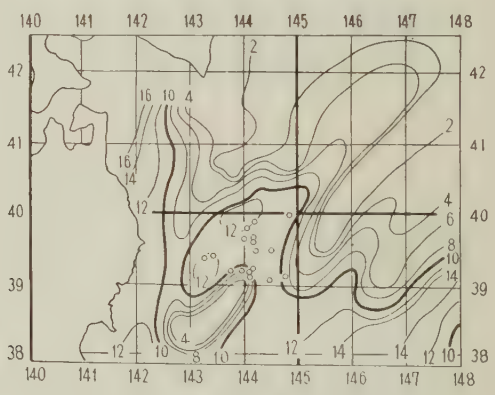
C. 6 月



D. 7 月

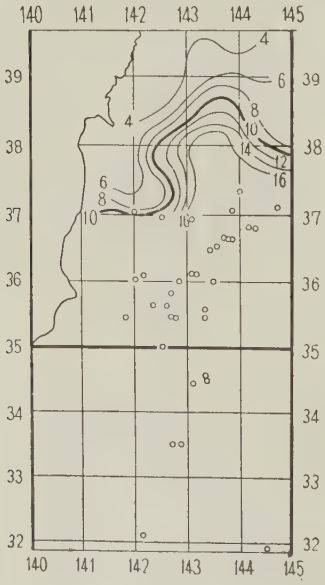


E. 8 月

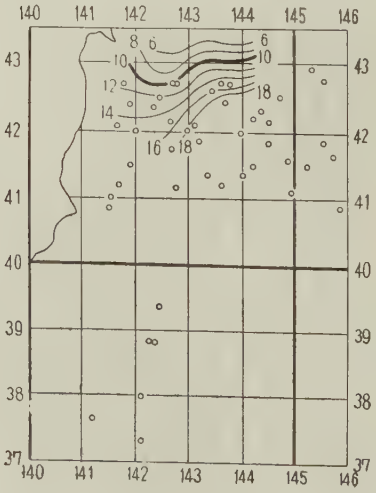


F. 9 月

附図 3. 1952 年の各月の 100m 層等温線と延縄によるキハダ漁獲位置。



A. 4 月（等温線は 3 月）



B. 5 月

東北水研　研究報告
第 16 号
Mar. 1960

鱗・耳石によるサンマのポピュレーション構造の分析とその成長※

堀　田　秀　之

ON THE ANALYSIS OF THE POPULATION OF THE SAURY (*Cololabis saira*) BASED ON THE SCALE AND THE OTOLITH CHARACTERS, AND THIER GROWTH

By

Hideyuki HOTTA

The analysis of the body-weight and the length composition of the commercial saury (*Cololabis saira*) in the North-eastern Sea Area along the Pacific Coast of Japan from year to year, resulted in the recognition of four sized groups, viz. the largest group (modal weight and length 155g, 32-33 cm), the larger group (135g, 30 cm), the middle group (85–95g, 27–28 cm) and the smaller group (45g, 21–24 cm). Detail analysis of the relationships among each sized groups from the viewpoint in the appearance of the scale and the otolith (the forms of the rings in the scale and the first winter zones in the otolith) and their size distribution measurments are given. It is confirmed that two populations exist and the features characterizing them are as follows :

One population is composed of the largest and the middle groups, which presumably hatched in early spring to early summer (March to June), called the "spring spawning saury". This has the larval period mark in the vicinity of the focus, the first and the second winter rings in the scale pattern (fig. 3, A, B), the otolith has a narrow first zone namely a relatively large first growth zone, called the narrow otolith type (fig. 6). The mean vertebral count is between 64.8–65.1.

The other popualtion is composed of the larger and the smaller groups, and presumably hatched in late autumn to winter (October to February), called the "autumn spawning saury" : this lacks the first winter ring in the scale (fig. 3, C,D). The otolith has a wide first winter zone namely a relatively small first growth zone, called the wide otolith type (fig. 6). The mean vertebral count is more than 65.10.

The results obtained in connection with the age and the growth of both the spring and the autumn spawning saury are as follows :

The growth curve from both the seasonal variation of the body length in commer-

※ 東北海区水産研究所業績　第 145 号

cial catch and the rearing experiment coincides with the calculated body length. Therefore the middle sized group and the largest sized group are one and a half year old in the former, two and a half year old in the latter, and hatched in the spring of the previous year. Conserning the growth of each size groups in autumn spawning saury groups, the larger sized group is two years old and the smaller sized group is one year old.

目　　次

緒　言
I. 東北海区に来游するサンマのポピュレーション構造とその変動
I.1 サンマのポピュレーション構造
I.2 鱗・耳石・脊椎骨数にみられる特性
I.2.1 鱗相
I.2.2 耳石
I.2.2.1 耳石の透明帯形成位置による相互関係
I.3 脊椎骨数
II. 年令査定
II.1 鱗相
II.1.1 輪の決定
II.1.2 隆起線間隔の図形法
II.1.3 体長と鱗長の関係
II.1.4 輪出現の位置
II.1.5 輪形成時期
II.1.6 輪形成時の計算体長
II.2 耳石
II.2.1 輪の決定
II.2.2 体長と耳石半径の関係
II.2.3 輪の出現位置
II.2.4 輪形成時期
II.2.5 輪形成時の計算体長
III. 2つのポピュレーションの産卵時期
IV. 稚仔期の成長
V. 成長曲線
VI. 結び
参考文献

緒　　言

近年のサンマ陸揚量は年々増大はしているが、年によつてかなり不漁のこともある。

東北海区のサンマについて完備した調査網によつて、漁獲物の系統的な調査を 1951 年から本所が担当した。この各年の漁獲物組成をみただけでも、年によつて単峰型であつたり、双峰型であつたり、又 '52, '53 年にみられた体長 32～33cm 台に峰をもつた体長群の替りに '54 年以降では体長 30cm 台に峰を持つた体長群が出現したりして、魚体組成の面にも年によつてかなりの変動がある。

この様な変動の原因についての研究を進める上には、先ず東北海区に来游するサンマの Population 構造についての知識が必要となつてくるので、本文は鱗相・耳石及び脊椎骨数を基にして、Population 構造を解析し、更に従来確立されていなかつたサンマの年令について改めて検討を加え、先に実施した飼育実験の結果をも入れて、サンマの年令及び成長について考察した結果を報告する。

本研究に際し終始有益なる御指導を受けた本研究所長木村先生並びに標本の採集その他の点で御協力下さつた佐賀県水産試験場吉海技師、徳島県水産試験場加藤技師、茨城県水産試験場久保技師を始め東北水研資源部各位に対し心から厚く御礼申し述べる。

特に貴重な耳石の標本をみせていただいた北海道水産試験場菅間技師、本研究を進める上に援助と助言をおしまれなかつた本研究所の福島・小達両技官に対し深謝する次第である。

(I) 東北海区に来游するサンマの Populaion 構造とその変動

(I.1) Population 構造とその変動

東北海区に於けるサンマ漁法は 1949 年頃から従来の流刺網漁に替つて、火光利用の棒受網漁に切換えられてしまつた。従つて漁法の相違によつて漁獲物の組成率には若干の差があることは否定することはできないけれども、本報告で取扱う様に或る範囲内での魚体が出現したか、しないかということはよく表わされる。従つて既往の漁獲物の測定資料即ち昭和 5 年 (1930) から昭和 33 年 (1958) までの 28 漁期間の 22 漁期に亘る岩手水試・茨城水試及び東北水研所蔵の記録に基いて吟味する。これらの漁獲物調査の記録は体長測定部位がまちまちである。測定部位の明らかなものは木村 ('56a) に従つて標準肉体長に換算して各年を比較することはできるが、一般に測定部位が明記してないからこれらの体長の記録に基いて漁獲物組成の経年変化をみることは多くの危険を伴うから、既往の記録特に系統的な漁獲物調査が行われなかつた 1951 年以前のものを検討する場合には、体重組成に依つた方が便利であるから、本文では体重組成に基いて、過去の東北海区の漁獲物組成がどの様であり、それがどの様に変化したかについて吟味した。勿論体重組成にも年によつて摂餌量の関係があつて多少変動することはあろうが、測定方法の不統一ということは起らない。

先ず体重の級間を 10g とし、各年毎にその体重組成の度数分布をヒストグラムで示したものが**第 1 図**で、この分布を確率紙を用いて正規型に直して、理論正規分布曲線を画いた。この曲線の分布の峰の位置によつて、体重 45g, 85～95g, 135g, 155g に峰を持つ 4 つの群に大別することが出来る。

この体重組成からの 4 つの群は先に求められたサンマの体長と体重の関係式 (堀田 '58)、即ち

$$W=0.000906\,L^{3.468} \qquad W：体重 \quad L：体長$$

によつて、**第 2 図**に示す様に標準体長に換算すると、体重による 4 つの峰、45g, 85～95g, 135g, 155g は夫々体長で 21～24cm, 27～28cm, 30cm～31cm, 32～33cm の峰に相当する。

これら体長・体重から区別された群間の差は、成長段階的な差即ち年令的な差以外に、各年の出現状況には相当変動がみられる点からも、かなり群による本質的な差があることが考えられる。従つて夫々の体長・体重に対応する型別の群、体長21～24cm (45g) を**小型群**, 27～28cm (85～95g) を**中型群**, 30～31cm (135g) を**大型群**, 32～33cm (155g) を**特大群**と呼ぶこととする。一般に 30cm 以上のものを大型魚としているが、この中には大型群と特大群の 2 つの群があることになる。

この区分に従つて各年毎の組成 (**第 1 図**) を魚体の型別に区別すると次の様になる。

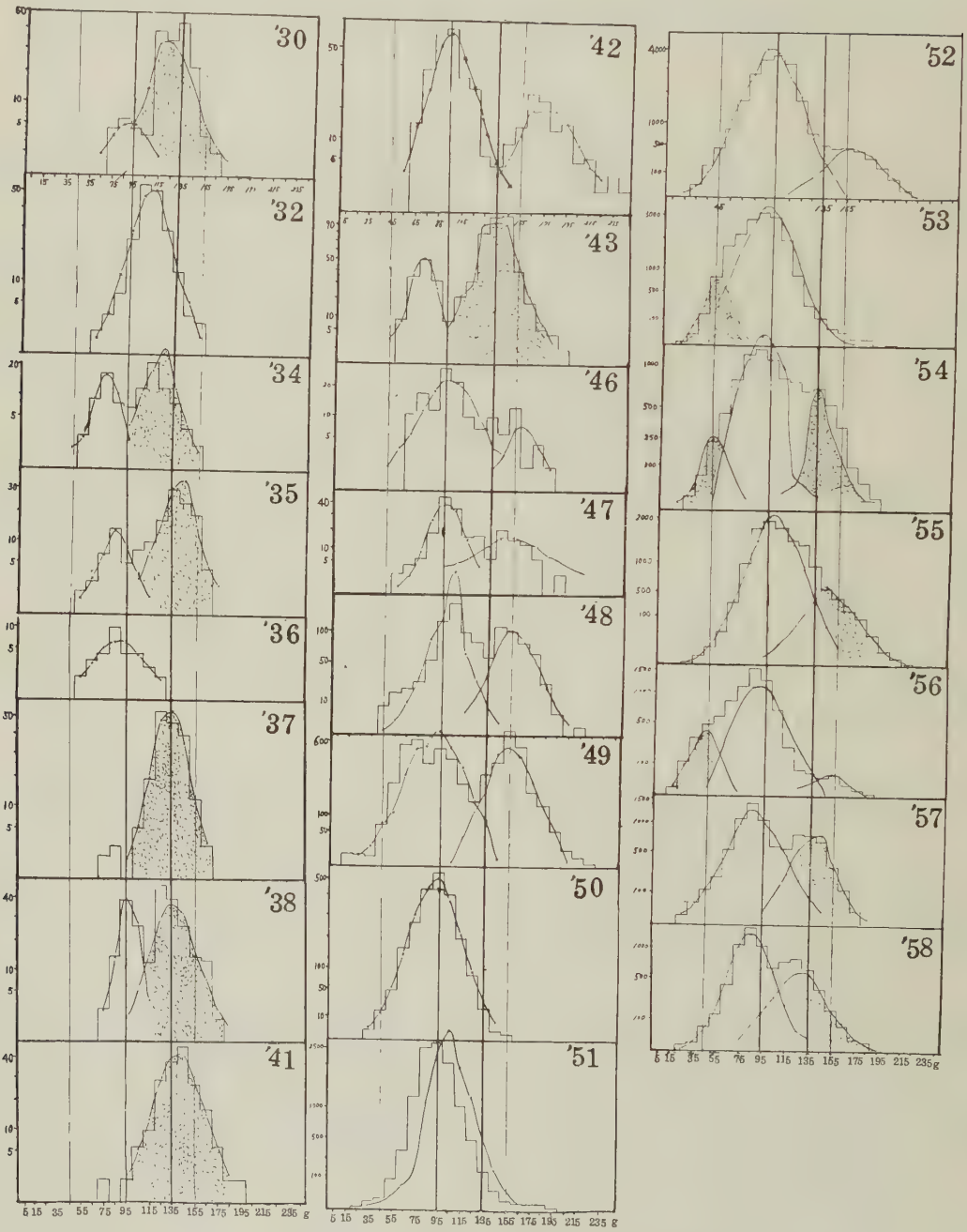
A……単峰年

(**A.1**) 中型群のみの年…… '32, '36, '50, '51

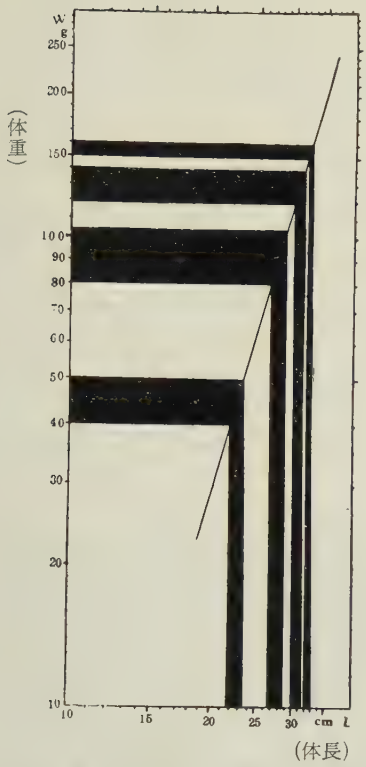
(**A.2**) 大型群のみの年…… '37, '41

B……多峰年

(**B.1**)　中型群と特大群出現の年…… '42, '46, '47, '48, '49, '52



第 1 図　年別のサンマ体重組成のヒストグラムとその理論曲線
黒点の部分は体重 45g, 135g に峯をもつことを示す



第2図　体重 (L) と体重 (W) の関係
黒くぬりつぶした所は体重 45g, 85～95g, 135g, 155g の峯に相当する体重の変動範囲

(**B.2**)　中型群と大型群出現の年……'30, '34, '35, '38, '55, '57, '58

(**B.3**)　中型群と小型群出現の年…… '53

(**B.4**)　小型群と大型群出現の年…… '43

(**B.5**)　小型群・中型群・大型群出現の年…… '54, '56

上記した内で、漁獲サンマ群が年によつて単一な体長群だけで構成される単峰年であるか、或は2つの体長群から構成される双峰年であるかということは、親潮前線の発達の状態・その前線の形成位置等の海洋学的条件に依つて大きく左右されることが明らかにされた (木村 '56b)。ともかく魚体の型別だけについてみると、中型群は殆どどの年でも出現して漁獲の主群として非常に安定した群といえるけれども、他の特大群・大型群及び小型群は年によつて出現したり、或は全く漁獲の対象とならない年もあつて、かなり不安定な群である。このことから秋季東北海区に来游するサンマ群には魚体の型を異にする群が混つて漁獲され、その群の組合せ方が年によつて異るという複雑な様相を示している。

(**I.2**)　鱗・耳石及び脊椎骨数に見られる特性

前項で東北海区の漁獲サンマには魚体の型によつて4つの群が存在することを述べた。ここでは鱗・耳石及び脊椎骨数に見られる夫々の群の特性と相互の関連について述べる。

以後の検討に使用される資料はすべて 1951 年以降だけのものであるが、前述の様に '51・'53 年は中型群丈けの単峰の年であり、'52 年は中型群と特大群の、'54 年は中型群と大型群の双峰の年であるから、夫々の形質の特徴や相互の関連性について吟味することができる。

(**I.2.1**)　鱗　　相

サンマの採鱗部位については、久保 ('55), HATANAKA ('56) によつて検討が加えられ、体の背面中央附近即ち胸鰭後部から背鰭基部の間が最もよいとされているが、一般に棒受網で漁獲されるサンマは鱗の剝離が激しく、一番多く鱗が附着している所は背鰭基部附近であるから、主としてここから 10～20 枚宛採鱗してプレパラートとして保存し、観察は顕微鏡 (50 倍) 及び日本光学の万能投影器 (20～50倍) によつて行つた。

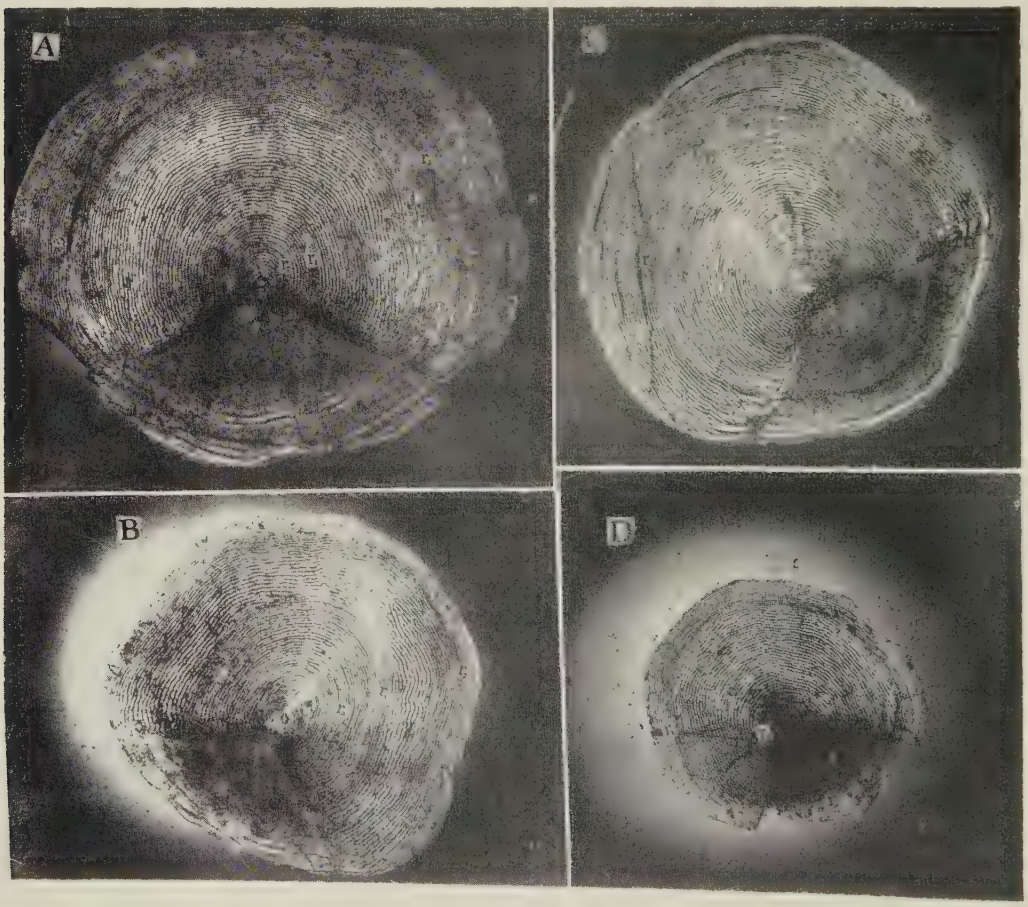
サンマの背部鱗は円鱗のサケ科型である。即ち鱗の形成の中心である焦点 (focus) を囲んで隆起線或は環状線 (ridges 又は circuli) が略々同心円状に配列するが、焦点の極く近くの所では、その

隆起線は収斂の仕方が著しく異なっている部分がある（ここを焦点域 focal area と呼ぶ）。腹部鱗は菱型形、焦点の位置が不明で、鱗面全体に横に走る隆起線で満されている。

鱗相から上述した魚体の型別の特徴を大別すると次の2つとなる。

特大群・中型群の鱗相

隆起線の収斂の状態が他の部分と著しく異なっている焦点域 (focal area) の外に、鱗の側部 (lateral area) で隆起線の配列の急激な変化即ち隆起線の断絶・寄合いなど、いわゆる“乱れ”の形成が目立つ部分がある（ここまでを中央域 central area と呼ぶ）。この焦点域・中央域を除いては、中型群の鱗には年輪（後述）らしいものが全くみられず、これといった特徴のないものであるが、漁期末の 11 月・12 月に漁獲される群に、外縁に沿って明瞭な年輪の形成がみられる（**第3図**）。之に対し特大群には1本の明瞭な年輪があつて、これは時に相当の巾のある顕著な帯状を示す場合もある。このことは特大群を4年魚と推定した HATANAKA ('56) も、3輪以上は読み易い

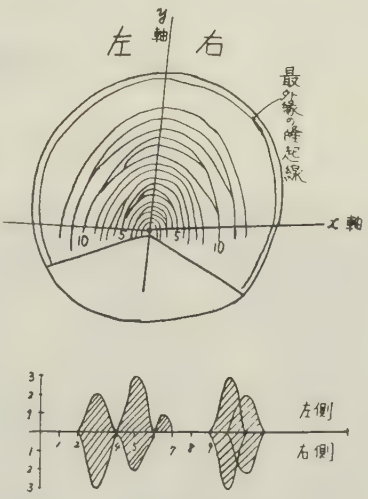


第 3 図　魚体型別の鱗相

A, 特大群　B, 中型群　C, 大型群　D, 小型群

が1・2輪の判定は非常に困難であると述べていることからも、1本の明瞭な年輪の存在することは確かである（**第3図**）。

これまでは隆起線の配列の特殊な状態、いいかえるとその断続・分岐及び収斂などのいわゆる“乱れ”を主なる目安としてきた。従つてここで乱れを何らかの方法で、この乱れが規則的に起るものであるか、乱れと隆起線間隔の広狭とどんな関係にあるかを調べておく必要がある。先ず鱗の露出部を二等分し焦点を通つて、鱗の前縁まで達する線y軸（一般に鱗長として測定する線）に対して、これに直角に最外縁の隆起線と焦点を結ぶ線x軸を設定する（直角にx軸を設けると時に最外縁の隆起線が除外される様な場合があるが、この様な場合には直角より多少小さくなる）。このx軸上の夫々の隆起線がy軸までにどの様に変化するかを調べてみた。即ち**第4図**の模式図に示す様に、x軸では1本の隆起線がy軸上では途中で分岐して数本として読みとられたり、途中で前後の隆起線が一緒になつてしまつたりする。この関係をグラフの基線の上側に、鱗のy軸に対して左側の状態を、基線の下側に右側の状態を隆起線の条数に対して表わすと模式図の下のグラフの様に、隆起線の分岐・収斂部の乱れの部分は図て黒く突出した部分に当る。

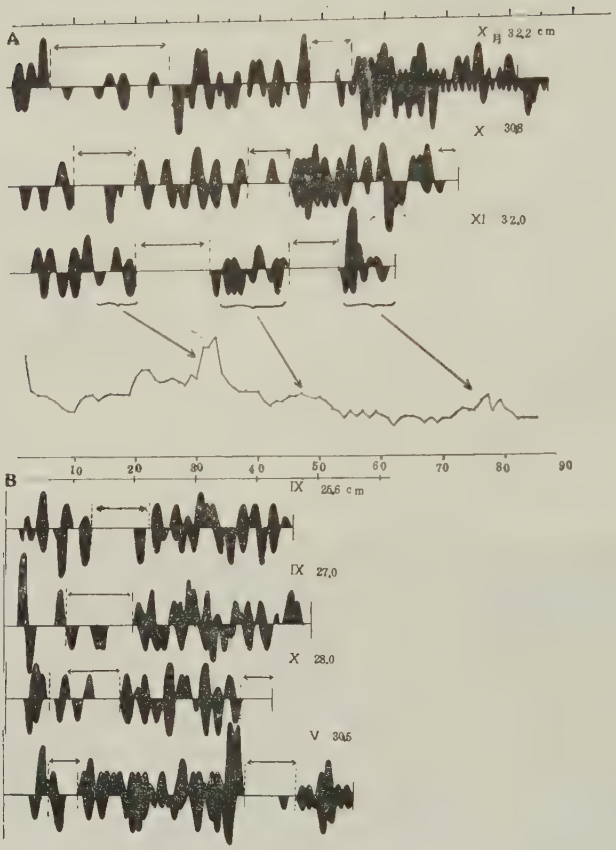


第4図　サンマの鱗の乱れの表示方法
上…サンマ鱗の模式図
下…隆起線の乱れの表示

この方法によつて特大群・中型群の鱗相に於ける隆起線の乱れを表示すると**第5図**を得る。これによると、乱れが継続して起こる期間とその間に殆ど乱れのみられない期間との2つが明瞭に区別できる。次にこの乱れと隆起線間隔との関係については、**第5図**の特大群(A)の下に乱れと隆起線間間隔の scale-curve の例を示したが、乱れの図の横軸はx軸の隆起線条数であるのに対し、隆起線間隔の方はy軸での隆起線条数である。従つて上述の乱れの表示方法からいつてy軸の方の隆起線条数の方がx軸よりも多くなつてくる。この図でx軸の或る隆起線の位置に対応するy軸の隆起線数は乱れの黒く突出した条数を加算した値によつて示される。隆起線間隔の scale-curve と乱れの図とを対応する様に実線で結ぶと、隆起線間隔の広い所が丁度乱れが継続して起つている部分に、間隔の狭い所が乱れの殆ど起らない部分に対応していることが判る。従つて“乱れ”は鱗相調査の有効な目安として利用出来る。

大型群・小型群の鱗相

焦点域 (focal area) ての隆起線の収斂の様相は前の特大群・中型群の鱗と同様であるが、中央域 (central area) を隆起線の急激な変化によつて区別することが出来ない。即ち特大群・中型群で観察された中央域が、大型群・小型群では認められない点で相違している。小型群の鱗は中型群



第 5 図　　鱗にみられる隆起線の乱れの表示
横軸…x 軸の隆起線数　縦軸…x 軸の隆起線に対応する y 軸の隆起線数
A，特大群　B，中型群　A の最下段の図は特大群の隆起線間隔の scale-curve

と同様に輪らしいものは全くみられないが、漁期末にとれるものは、やはり鱗の外縁に明瞭な輪の形成がみられる事も中型群と同様である。大型群では特大群と同様に、1 本の明瞭な輪がある（**第 3 図**）。

この様に鱗相のタイプによつて、2 つのグループ、即ち（特大群と中型群）及び（大型群と小型群）に分けられる。

更にこれら各グループの鱗を醋酸カーミン (Aceto-carmine) て染色し、50％醋酸で弁色後、水道水中に浸して置くと、濃染した場合には特大群・中型群の鱗は焦点域・中央域までは濃い帯紫赤色に染まり、その外側に比較的狭い不染部が認められる場合が多い。ここから鱗の縁辺にかけて帯紫赤色は淡くなつて、縁辺では淡紫色となるが、殊に特大群では明瞭な輪の部分が著しい不染部となつて残る。

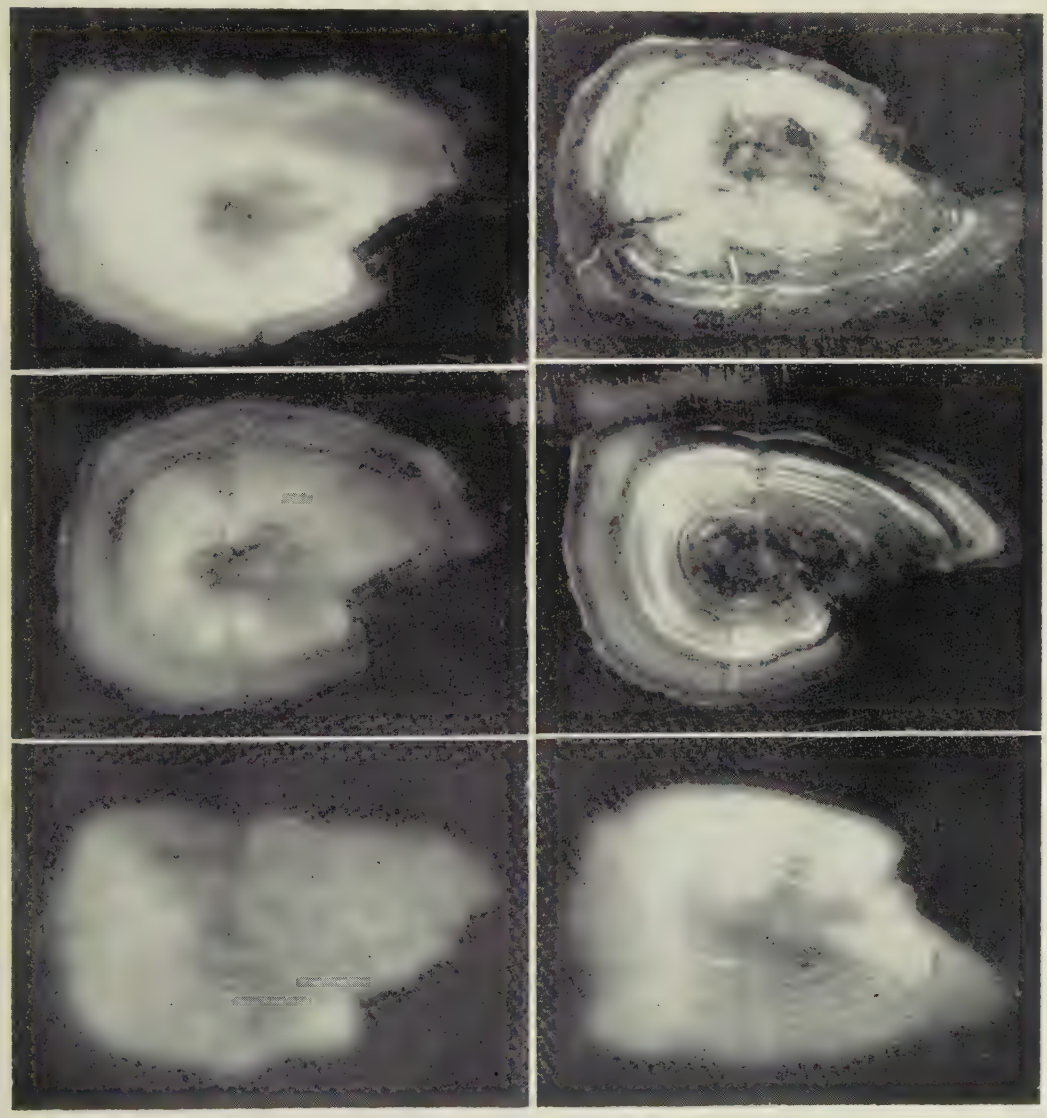
大型群・小型群の鱗を同様に濃染してみると、大型群には丁度明瞭な輪に相当する部分が不染部として残り、焦点域からこの不染部までは濃い帯紫赤色に染まり、縁辺は淡紫色である。小型群で

は縁辺の淡紫色を除き殆ど帯紫赤色一色に染る。

次に醋酸カーミンで淡染した場合には、輪に相当する部分丈けが濃染され、他は殆ど脱色されて白い。又ピクロカーミン (Piro-carmine) で濃染或は淡染した場合も、輪はよく識別でき、その他はただ醋酸カーミンと色調が異る丈けである。この様に薬品染色によつても、各グループの鱗相の特徴をはつきりさせる事が出来る。

(I.2.2) 耳　石

材料は主として新鮮な魚体から取り出して軽く水洗したり、指先で単に汚物を除去しただけで



第6図　魚体の型別の耳石

上段 特大群 左 32.4cm, Vm-22'55 / 右 32.0cm, M-26'56　中段 大型群 左 32.0cm, M-23'59 / 右 32.0cm, M-26'56　下段 中型群 左 29.0cm, M-23'59 / 右 29.2cm, M-23'59

オリーブ油に浸漬したものや、その儘パラフィン紙に包んで保存したものである。観察はキシロールを入れたホログラスに、平滑な内側の面を上にして（耳石の外側の面は起伏があつて平滑でないから）、顕微鏡（50倍）で反射光線によつた。サンマの耳石の形状は矢尻形で、多くのものはその中心に不透明な部分（核）を有し、その周囲は透明であるが、外側に向つて次第に不鮮明となり、明瞭な不透明部分に達する。魚体の型別による耳石の性状は、上記共通の中心部の状態を除くと、次の様になる。

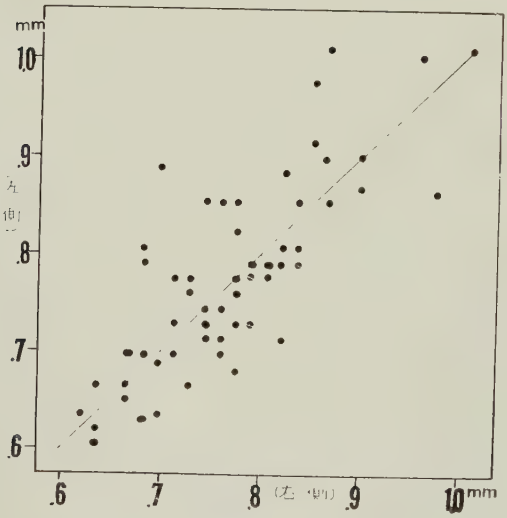
中型群・小型群の耳石……顕著な不透明部分によつて大半が占められ、時にこの中に若干透明な細い線が同心円的に走つている場合もあるが、多くはこれといつた特徴がなく、漁期末の11月頃漁獲される群では共に耳石の縁辺近くに明瞭な透明帯の形成が認められる（**第6図**）。

大型群の耳石……1本の巾広い（巾0.07～0.08mm）明瞭な透明帯が認められ、その外側は再び不透明帯となつている。（菅間（'57）のタイプIの耳石に該当する）（**第6図中段**）。

特大群の耳石……一見すると耳石の周辺は巾広い透明帯で終つている様にみえるが、顕著な不透明帯の外側は薄くなつて、ここに巾狭い（巾0.03～0.04mm）透明帯が観察され、その外側には薄いけれども不透明帯が形成されているが、大型群程明確でない（菅間（'56）のタイプII大型群の耳石に該当する）（**第6図上段**）。

この様に耳石の透明帯・不透明帯の配列から3つの異なつた耳石の形状が区別される。

(I. 2. 2. 1)　耳石の透明帯形成位置による特大群・大型群・中型群・小型群の相互の関係



第7図　耳石の左右による相違

先ずサンマの耳石の大きさが左右によつてどの程度の差があるかを明らかにしておく。一般に魚類の耳石では左右で大きな差のないことが知られているが、サンマの場合に、左右両方の耳石の長さを計測した結果は**第7図**で、その散らばりはかなりあるけれども、全体の平均では左側が若干大きく、その差は0.007mmであつた。菅間（'59）によると右側の方が若干大きく、差は0.009mmである。従つて左右の相違はあるけれども、その差には大きな違いがないので、左右孰れかの側から採集した耳石によつて測定・観察を行つた。

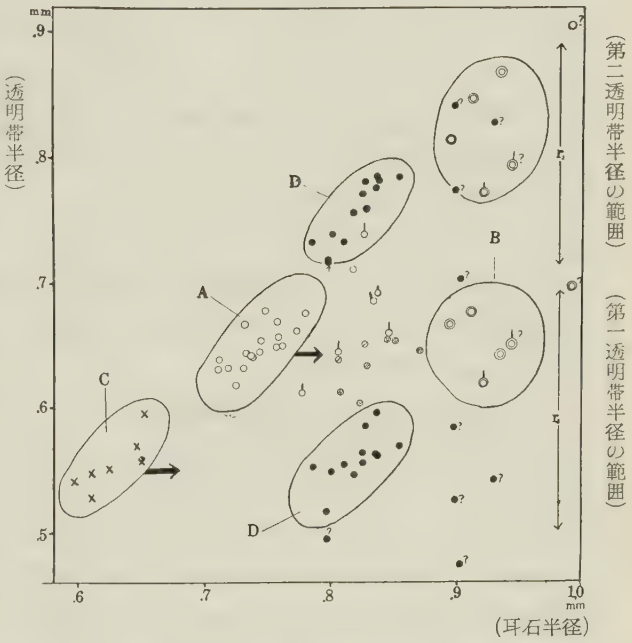
前述した様に、3つの形状の異なつた耳石が識別されるが、11月頃から漁獲される各魚体の型別の耳石の縁辺には、孰れも明瞭な透明帯が観察される（透明帯形成期については後述する）。従つてこの透明帯の形成される位置によつて相互の関連性についてみる。耳石の半径及び透明帯の計測は次の様な規定に従つた。

耳石半径 (R)—— 中心部から耳石前上部にある長い嘴状突起の後端まで斜後上方に耳石外縁までの比較的長い部分の長さ。

第1透明帯半径 (r_1)—— 明瞭な透明帯の内縁までの長さ。

第2透明帯半径 (r_2)—— 2本目の透明帯の内縁までの長さ。特に特大群では第1・第2透明帯半径が測定しにくい場合があるが、不透明部分の外側が薄くなり、その境の所に巾の狭い(巾0.03～0.04mm) 透明線が観察されるので、不透明部分の外側にある薄い不透明部分と透明部分との境界を第2透明帯半径として測定した。

サンマ漁期間は勿論のことそれ以外の時期に漁獲される冬・春の紀州・四国方面及び秋・冬の佐賀県沖、春・夏の日本海側の青森県・北海道西岸並に太平洋側の駿河湾や三陸の材料を用い、魚体の型別に耳石半径に対する透明帯半径を標本群毎に図示すると**第8図**の様になる。各型別にその分布をみると、時に飛び離れて大きい値を示すものもあるが、型全体としては略々一定の範囲に分散し、大型群と小型群とは共に第1透明帯半径は 0.5 mm 台であるが、中型群と特大群ではそれよりも若干大きい 0.6mm 台の所に第1透明帯が形成され、それは丁度大型群の第1透明帯と第2透明帯の中間に位置している。従来から東北海区漁期以後に各地で漁獲され、体長の面で東北海区の漁期中の中型群に続くと考えられていた体長群も、耳石半径が大きくなつて中型群と特大群の間に分布するが、やはり第1透明帯の位置は中型群と同様である。これらのことから、中型群から特大群への移行の状態を推定することが出来る。



第8図　耳石半径と透明帯半径との関係

A，中型群(○)；　B，特大群(◎)
C，小型群(×)；　D，大型群(●)

r_1…第1透明帯半径の範囲　r_2…第2透明帯半径の範囲

注意 1. 上記記号の肩にある？のついた群は1群10個体以下のもの
2. 記号に棒の突起(δ)のあるのは日本海側の群

従つて上記の結果から、耳石の形状にみられた3つの型は次の2つの系統即ち特大群と中型群の系統、大型群と小型群の系統に分けることができる。この2つの耳石の系統は、耳石の透明帯の形成される様相や、透明帯の巾の広狭或はその形成位置にかなりの相違がある。云い換えると、透明帯までの最初の不透明な成長帯の相違を示すもので、この耳石の型の相違は生物学的に本質的に性質を異にしたものと考えられる。この点については既に菅間 ('57) からも報告されている。

(I.3)　脊椎骨数

サンマの脊椎骨数は 62～68 個（尾下骨 urostyle を除く）の間に分布し、その群毎の平均脊椎

骨数の分布は 63.90～65.50 の広い巾をもつており、その多くのものは 64.90～65.00 台であるが、群毎の間には有意の差があることが明かにされている(久保(雄)('54), HATANAKA('56), 小達('56 b))。このことは東北海区に来游する魚群を、その体長組成の解析結果から、漁場の変遷・漁期の推移に伴つて魚群の入替りを起つている事実(福島('56))とよく一致し、来游ホピユレーションの複雑性を物語つているものと思われる。とれ角従来の研究結果によると漁期全般を通じての平均脊椎骨数の値は中型群 64.70～64.96, 特大群 65.09～65.15, 大型群 65.21 である。(しかし小達('60) の記録によると、中型群・大型群の漁期間総平均骨数は近年では逐年両群共に減少して来ている)。この内大型群・特大群は東北海区の漁期を通じて漁獲の対象のたるのではなくて、多くは 9 月初めから 10 月下旬までの或る特定期間のみに限定され、しかも中型群の内でも魚群の入れ替りがあることから、全漁期を通じての平均で相互の比較をすることは適当でない。従つて特大群・大型群が漁獲されていた期間内について、相互を比較してみると、'52 年は 8 月中旬から 11 月上旬まで中型群と特大群が漁獲され、その期間の中型群の平均脊椎骨数は **64.85** (1171 尾), 特大群は **64.99** (274 尾)。'54 年は漁期始めから 11 月下旬まで中型群と大型群が漁獲され、その期間の平均脊椎骨数は **64.99** (341 尾), 大型群は **65.21** (668 尾) であつた。この結果は中型群と特大群との間の平均脊椎骨数の間に有意の差が見られなかつた HATANAKA ('56) と一致し、中型群と大型群との間に有意の差がみられた小達 ('56 b) の結果とよく一致する。

以上の結果を綜合すると、**東北海区に来遊するサンマ群にはその魚体組成・鱗相・耳石及び平均脊椎骨数からみて、生物学的に性質を異にした次の 2 つの系統群(ポピユレーシヨン)が棲息していると結論することが出来る。**

中型群から特大群へ転移する系統群
小型群から大型群へ転移する系統群

東北海区における漁獲サンマの主群は中型群であることは既に述べた様によく知られているが、この中型群に大型群が多く混獲される年はサンマ漁況は活発となつて豊漁となり、中型群丈けの単一な年の漁は余り芳しくないと報じている木村 ('60) の結果も、上述した様に中型群の系統の魚群量に別の系統の大型群の魚群量が添加した為に来游魚群量が増加して豊漁となることになる。

(II.) 年令査定

上記によつて漁獲サンマに 2 つの系統群があることが判つたので、夫々の系統群について鱗及び耳石によつて年令査定を実施した。

(II.1) 鱗　相

(II.1.1) 年輪の決定

系統群毎の鱗相については (I.2.1) で説明した様に、隆起線の乱れの様相或は醋酸カーミンやピクロカーミンに依る染色状態の相違に基いて、鱗の計測を次の様に規定した。即ち

鱗長 (S) —— 鱗の露出部を 2 等分して焦点を通つて鱗の前縁を結ぶ線上において、焦点から鱗の前縁までの長さ。

焦点域長 (r_0) —— 焦点 (focus) の極く近くで隆起線の収斂の状態が著しく他の部分と異なる部

分の焦点域 (focal area) で、焦点からその外縁までの長さ。これは両方の系統群共に有る。

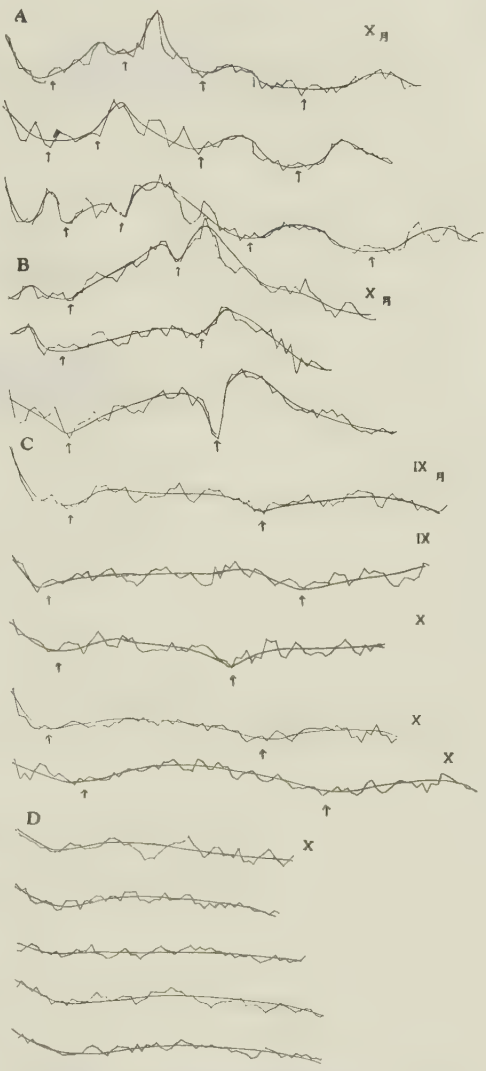
第1輪半径 (r_1) —— 鱗の側部で隆起線の配列が急激に変化して、いわゆる乱れの起り始める中央域 (central area) の外縁までの長さ。(I. 2. 1) でのべた様に小型群・大型群の系統ではこれは殆ど見られない。

第2輪半径 (r_2) ——特大群・大型群丈けにみられる明瞭な輪の内縁までの長さ (漁期末から翌年春にかけて漁獲される中型群にも見られる。)

第3輪半径 (r_3) ——特大群丈けに漁期中から見られる鱗の縁辺近くに形成されている輪の内縁までの長さ。

(II. 1. 2) 隆起線間隔の図形法

鱗の焦点から前縁までの間に分布する隆起線と、鱗長測定の際に決定した軸に沿つて、各隆起線間の間隔を測定した。横軸に隆起線を、縦軸に隆起線間隔をとつて、魚体の型別に画いたものが第9図で、夫々の系統群の図形のタイプはよく類似している。このグラフはかなり起伏が激しく、底棲魚類の場合の様に、隆起線間隔の広狭が規則正しく起つて、その狭い谷間を輪として認識することは困難である。それはサンマと他の魚類とは隆起線間隔の分布の型がかなり相違していて、殊に魚体の大きい特大群の例にみられる様に、最初の山は極めて高くて顕著であるのに比して、それ以後の山は低く、山の高さは次第に前の山よりも低くなる傾向がある。他の魚類では山の高さがどの年令群でも略々同じ位のものであるから、之に比べると、サンマの場合には判読するのが困難である。しかしその広狭を平均して傾向を見ると、やはり隆起線間隔の狭い部分が (II. 1. 1) で規定した輪に対応し、それを第9図に矢印で示してある。

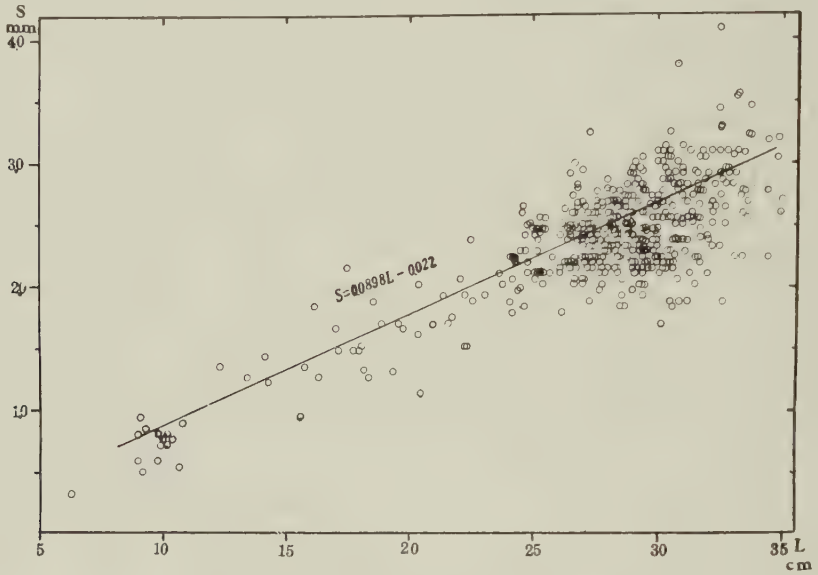


第9図 魚体の型別隆起線間隔の scale-curve
A, 特大群 B, 中型群 C, 大型群 D, 小型群
横軸・隆起線の条数
縦軸…相隣れる隆起線間間隔
矢印は輪の位置を示す

(II. 1. 3)　体長と鱗長との関係

漁期中に漁獲される魚体の型別には、その鱗長は中型群・大型群・特大群の順に体長に比例して大きくなつているが中型群が成長して大型群と略々同じ体長に達する頃の鱗長は両者は殆ど差がみられない。従つて2つの系統群でも同じ体長では略々同じ鱗長を示すことになるから、ここでは両系統群を混みにして、体長と鱗長の関係について吟味する。その関係は**第 10 図**に示される様に、かなりの散らばりはあるが次式で表わされる。即ち

$$S=0.0898L-0.022 \qquad S：鱗長 \quad L：体長$$



第 10 図　体長 (L) と鱗長 (S) との関係

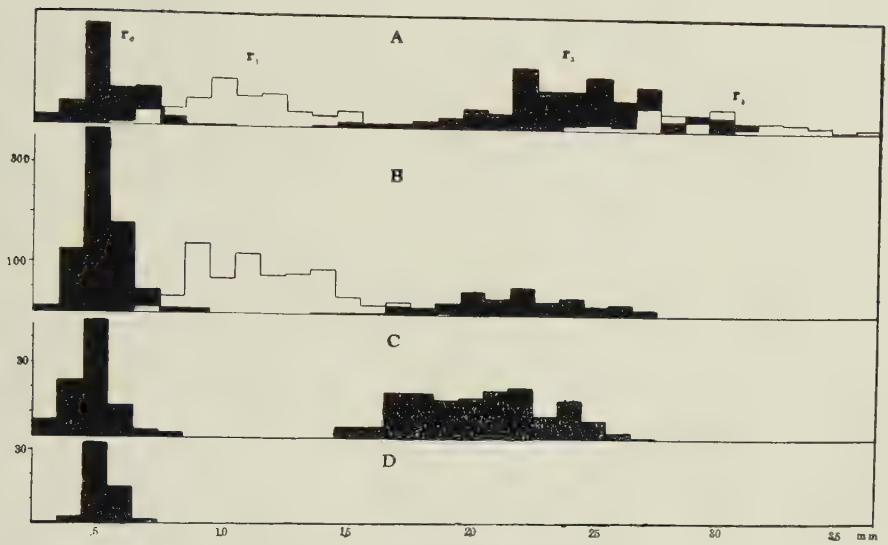
(II. 1. 4)　輪出現の位置

(II.1.1)で規定された輪の出現位置を魚体の型別に 0.1mm 間隔で示された実測頻度分布は**第 11 図**の様になる。図から明らかな様に、焦点域長 (r_0) はどの大きさの魚群でも一定の 0.5mm の所にその峰がある。特大群・中型群の第1輪半径 (r_1) は略々 1.0mm に峰を持ち、第2輪半径 (r_2) は略々 2.2mm あたりに峰がみられ、この様に輪形成位置からも両群が相互に関連するという裏付けにもなる。大型群ではその第2輪半径 (r_2) は特大群・中型群の系統よりも若干小さい方にずれている。各群の各輪の平均輪長は**第 1 表**の通りとなる。同じ系統群の内でも魚体の大きい群の方が小さい群よりも平均輪長が大きいといつた逆 Lee–現象が認められる。

第 1 表　魚体の型別平均輪表

単位：mm

	焦点域長 (r_0)	第1輪半径 (r_1)	第2輪半径 (r_2)	第3輪半径 (r_3)
特大群	0.566	1.107	2.438	2.900
中型群	0.547	1.186	2.205	–
平均	0.551	1.170	2.319	2.900
大型群	0.508	–	1.991	–
小型群	0.551	–	–	–
平均	0.518	–	1.991	–



第 11 図　鱗の各輪群長の頻度分布
A，特大群　B，中型群　C，大型群　D，小型群

(II. 1. 5)　輪形成時期

鱗にみられる顕著な輪の形成時期を見るのには、殆ど周年に亘つて取材され、然も数の多い中型群によると都合がよい。ここで縁辺成長割合を求めて、その季節的変化を表わすと第 12 図を得る。縁辺成長割合 (I) は次式によつた。

$$I=(R-r_n)/R\times 10 \qquad R：鱗長 \quad r_n：最外端の輪半径$$

この結果 12 月・1 月頃から 3 月を中心として 5 月・6 月までの長期間に亘つて輪が形成されることが判る。

第 12 図　鱗の縁辺成長割合〔$(R-r_n)/R\times 10$〕の月別変化 (中型群)

(II. 1. 6)　輪形成時の計算体長

鱗長と体長の関係式と魚体別の平均輪長から、輪形成時の推定体長を求めると**第 2 表**を得る。この推定体長は r_0, r_1 は輪としての外縁であるから、輪の形成が終つた時の体長であり、r_2, r_3 は輪形成の初期の体長ということになる。

第 2 表　魚体別輪形成時の計算体長　　単位：cm

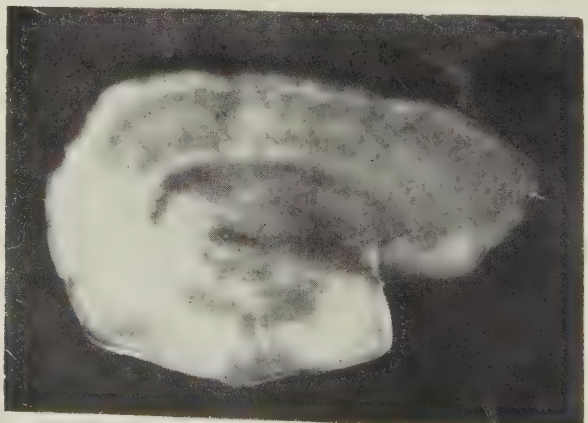
	焦点域長 (r_0) 形成終了体長	第 1 輪 (r_1) 形成終了時体長	第 2 輪 (r_2) 形成時体長	第 3 輪 (r_3) 形成時体長
特大群	6.55	12.57	27.39	32.54
中型群	6.11	13.45	24.80	
平均	6.38	13.27	26.07	32.54
大型群	5.90	—	22.43	—
小型群	6.38	—	—	—
平均	6.91	—	22.43	—

既にのべた様に、焦点域長 (r_0) はどの型の大きさの魚群即ちどの系統群でも常に一定の所に形成され、その形成終了時の体長は略々 6 cm となる。サンマの鱗初生時の体長は HATANAKA ('56) によると 25mm で尾柄部に先ず認められ、更に幼魚 (体長 3～6 cm) の鱗を追跡して観察すると共に魚体の変形状態をも調べて、この焦点域の隆起線の異常なる配列状態は稚魚期の生活終期のマークであると報じている。事実どの系統群でも他の輪の位置が異なつているのに、この輪丈けが一定の所に形成されていることは、稚魚期から幼魚期への変遷によつて起る生態的変化を示す大きさが一定のことを示すものと思われる。このことは稚魚網で採集されるサンマ稚魚についての報告によつても (内田・道津 '58, 小達 '56a, 深滝 '59)、どの時期でも多量に採集されるものの体長の限度は 6 cm 程度で、これ以上の大きさのものは採集しにくいと報じている点とよく一致する。これらの結果を綜合すると、焦点域を年輪とすることは適当でなく、之は稚魚輪ということになる。

(II. 2)　耳　　石

(II. 2. 1)　輪の決定

(I. 2. 2) で既に述べた様に、サンマの耳石は一般に、その成長の中心と考えられる不透明な核の周囲は、透明から次第に不鮮明となつて明らかな不透明部分に及び、その境界を決定することが困難である (**第 6 図参照**)。しかし時に **第 13 図** に示す様に、核を中心として透明・不透明部分がきれいな縞状模様として配列し、明瞭な不透明部分に連なつているものが観察出来る (特に春季の幼



第 13 図　中心部に明らかに縞状模様のみえる中型群の耳石 (体長 27.0cm, VIII-27 '55)

魚群及び秋季の中型群）が、多くのものはこの様な配列の状態は判らない。しかしどのサンマ群の耳石も中心部にはこの様な縞状の構造をなすものであると考えると、核から或る期間までの履歴の詳細は判らないけれども明瞭にみえる耳石の不透明部分・透明部分の縞状構造は規則的に出来るものと推定できる。従つて本文では透明部分（透明帯）を輪と規定し、その測定方法は（I.2.2.1）で述べた通りである。

（II. 2. 2） 体長と耳石半径との関係

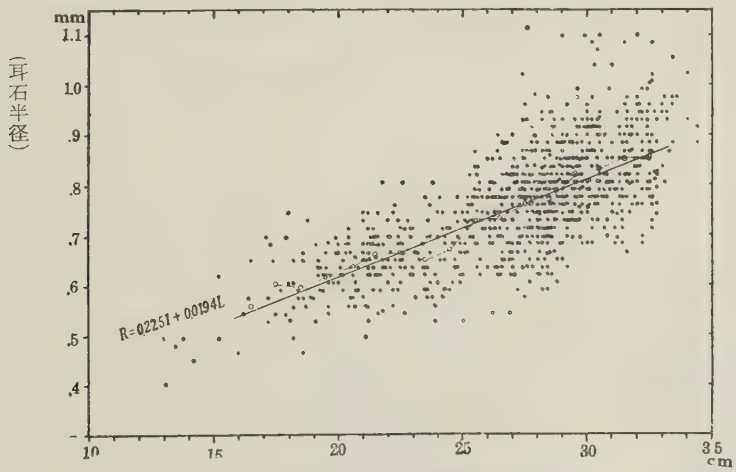
サンマの型別（体長群別）の耳石半径の分布は既に**第 8 図**に示した様に、漁期中ではその大きさは小型群・中型群・大型群・特大群の順に体長に比例して大きくなつている。中型群が大型群と略々同じ耳石半径をもつ時期は 5～7 月で、この頃の体長は 29～30cm 台に峰を持ち、大型群と同じ程度の体長である。このことは鱗長の場合と同様である。先ず体長と耳石半径との関係について、体長 16～33cm 台の範囲で、南下期（9 月～2 月）、北上期（3 月～7 月）に分けて、その関係を吟味すると、個体毎のちらばりはかなり大きくて相当分散するが、体長 1 cm 間隔での平均耳石半径では分散の程度はかなり小さくなつている。各時期の体長と耳石半径の回帰関係は**第 3 表**の様に、両者の間で位置及び傾斜の差は有意と認められない。

第 3 表　南下・北上期の体長と耳石半径の関係

	体長範囲 (cm)	回帰係数	常数
南下期	16～33cm台	0.0198	0.2077
北上期		0.0179	0.2684

従つて両時期・両系統を全部混みにして、サンマの体長と耳石半径との関係（**第14図**）を求めると次式で表わされる。

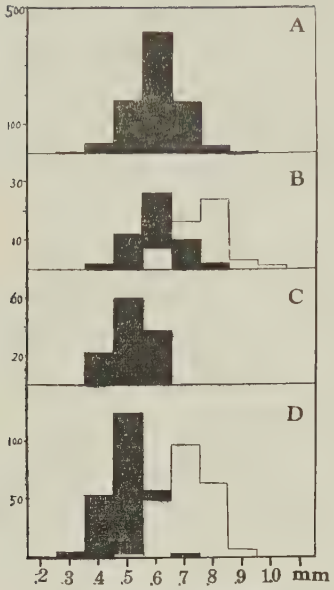
$$R=0.2251+0.0194L \qquad R：耳石半径 \quad L：体長$$



第 14 図　体長と耳石半径との関係
白丸は体長 1 cm 間隔の平均耳石半径

（II. 2. 3） 輪出現位置及び平均輪長

（I.2.2.1）で規定した耳石にみられる透明帯の輪の出現位置について、魚体の型別に 0.1mm 間隔に求められた実測頻度分布は**第 15 図**の様になり、その平均輪長は**第 4 表**となる。



第 15 図　魚体の型別輪群組成

■ 第 1 透明帯半径長
□ 第 2　〃　〃

A，中型群　C，小型群
B，特大群　D，大型群

第 4 表　耳石の平均輪長

単位：mm

	第 1 透明帯半径 (r_1)	第 2 透明帯半径 (r_2)	観察尾数
中型群	0.695	—	819
特大群	0.699	0.847	69
平均	0.696	0.847	
小型群	0.556	—	152
大型群	0.558	0.759	233
平均	0.557	0.759	

この結果は鱗の場合と同様に、どの系統群も体長の大きい群の方が小さい群よりも透明帯半径が大きくて、逆 Lee-現象を示している。

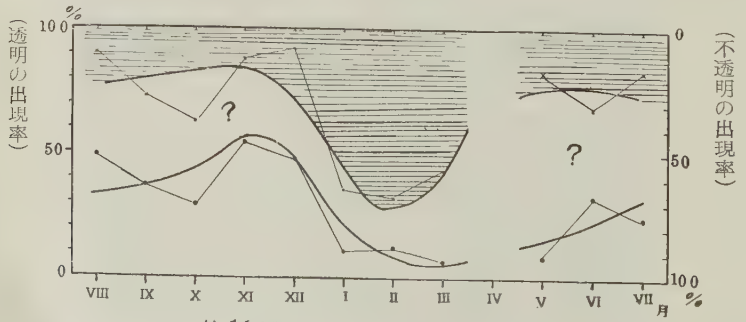
(II. 2. 4)　輪（透明帯）形成時期

耳石にみられる透明帯の形成時期を見るには殆ど周年に亘つて取材され、しかも数の多い中型群によつて検討した。即ち耳石の縁辺部の状態を第 5 表の様に 3 つに区分して、その出現率の月別変化を示したものが第 16 図である。

漁期前半（8 月～10 月）には耳石の縁辺の状態が透明であるものは 30～40％で、不透明なものは 20％前後で共に低く、50％前後は不明確な状態を示すが、漁期後半（11 月・12 月）になると、耳石の縁辺は透明なものが 50％以上に達し、不透明・不明確なものの割合が低くなる。1 月～3 月には不透明なものが 70％以上を占める様になり、以後大半の耳石の縁辺は判定に苦しむ不明瞭な状態を示している。従

第 5 表　耳石の縁辺の状態区分

区　分	状　態
透　明 (transparent margin)	耳石の縁辺が透明になつているもの
不透明 (opaque margin)	耳石の縁辺が不透明になつているもの
不明確 (indistinct margin)	縁辺の状態は部分的には不透明になつているが、未だ完全ではなく、従つて上のどちらへ入れたらよいか判断に苦しむもの及びその縁辺の状態が不明瞭で判定に苦しむもの



第 16 図　耳石縁辺の状態の月別変化

□ 透明になつているもの　▨ 不透明になつているもの　？ 不明確なもの

つて耳石の透明帯の形成される時期は 9 月～2 月の長期間に亘るが、主として 10 月～12 月に輪（透明帯）の形成が始まつて、2 月頃には終了するものと思われる。

(II. 2. 5) 輪形成時の計算体長

耳石半径と体長の関係式及び魚体別平均輪長から、輪形成時の推定体長を求めると **第 6 表** となる。

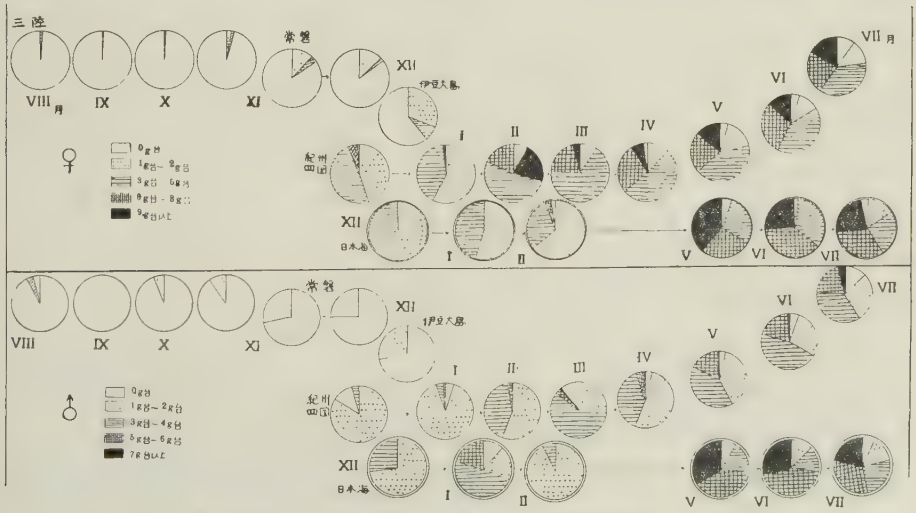
第 6 表　耳石の輪形成時の計算体長

単位：cm

	第 1 透明帯形成時の体長	第 2 透明帯形成時の体長
中型群	24.22	—
特大群	24.43	32.05
平均	24.27	32.05
小型群	17.06	—
大型群	17.16	27.52
平均	17.11	27.52

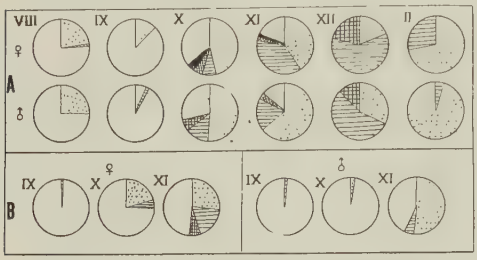
(III) 2 つの系統の産卵時期

太平洋水域に棲息するサンマには 2 つの系統群（ポピュレーション）があることは上述した通りである。この 2 つの系統群の分離存在する原因として先ず産卵期又は産卵場を異にしているということが（産卵群の生態的分離）が考えられる。従つて両系統群の成熟度について検討してみる。従来サンマの生物学的最小形については体長 27cm 群の中型群と考えられていたが（HATANAKA '56）、近年それは更に小さい小型群であることが菅間（'57）によつて指摘され、その小型群は日本海側の特性の様に考えられているが、筆者は '57 年 7 月 4 日に駿河湾で体長範囲 18.8～24.6cm, その峰は 22cm の小型群で生殖腺重量は 0.2～1.0g でも、透明卵を持つている群を採集した。従つて成熟卵巣を持つている小型群は太平洋側でも日本海側と同様に存在することは確かであるが、その数量的な関係からみて、産卵群として重要なものは矢張り中型群と大型群である。中型群については殆ど周年の調査記録があるので、雌雄別にその生殖腺重量組成を地域別・月別に配列したものが **第 17 図 A** である。三陸漁場での中型群の卵巣は大部分が 1g 以下であり、漁期末の常磐漁場では 3g 以下のものがみられる様になるけれども、6g 以上の産卵に関係するものが多いのは 2 月頃から 7 月にかけての紀州・四国沖から駿河湾・常

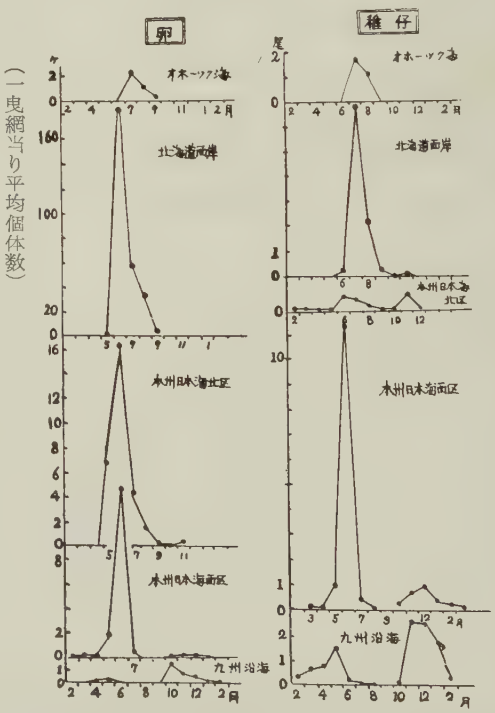


第 17 図 A　中型群の生殖腺重量組成の月別変化

磐にかけての北上期で、特に4月から7月に亘る期間が最も卵巣重量の大きい個体の多い事から、この期間が主産卵期と推定される。この傾向は日本海側についても同様であるが、今迄の記録では太平洋側よりも卵巣重量の大きいものが多く見られている。精巣重量組成の季節変化も卵巣と全く同様であるが、重量そのものは雌よりも小さい。次に特大群・大型群については資料の集められた期間が中型群に比して短いので詳細は判らないが、中型群同様に卵巣・精巣の重量組成の季節変化を示すと第17図Bとなる。特大群になると中型群よりは若干その成熟状態は進んでいるが、その組成からみて12月には未だ6g以下のものが非常に多く、主産卵はまだ遅くれるものと考えられる。大型群についてはその季節的な変化の資料は極めて乏しいが、最初に述べた様に、1953年以降は大型群・中型群の組成で、この年の秋季10月・11月には三陸から常磐にかけて極めて多数の稚魚が採集されている（小達 '56 a）。この稚魚の発生群は卵巣の重量組成からみても中型群とは考えられないので、大型群からの発生と考えられる。従つて中型群は春から夏にかけての北上期に産卵し、大型群は秋から冬への南下期に産卵すると推察できる。この推論を傍証すると考えられる事実を挙げておく。即ち1952年～1957年に周年にわたり組織的調査を続けた対馬暖流開発調査において、サンマの産卵に就いての深滝（'59）の報告である。即ち対馬暖流水域におけるサンマの産卵期がそれぞれ11月～1月と5月～7月に中心をもつた2つの時期からなつていることが明らかにされ、更に5月～7月には卵の採集量が非常に大きいのに対し、稚仔の採集量はそれと必ずしも対応していない。11月～1月には逆に卵の分布密度が貧弱であるにも拘らず、稚仔の分布密度が比較的高い（第18図参照）ことを述べ、彼はこの現象を次の様に説明した。即ち『5月～7月は対馬暖流の伸長期に当り、この頃の卵濃密分布域が調査水域の縁辺部に見られ、それから発生した稚仔は調査水域より北域は大陸寄りに漂流する為



第17図B　生殖腺重量組成の季節的変化
A，特大群　B，大型群
（重量組成の区分は17図Aと同様）

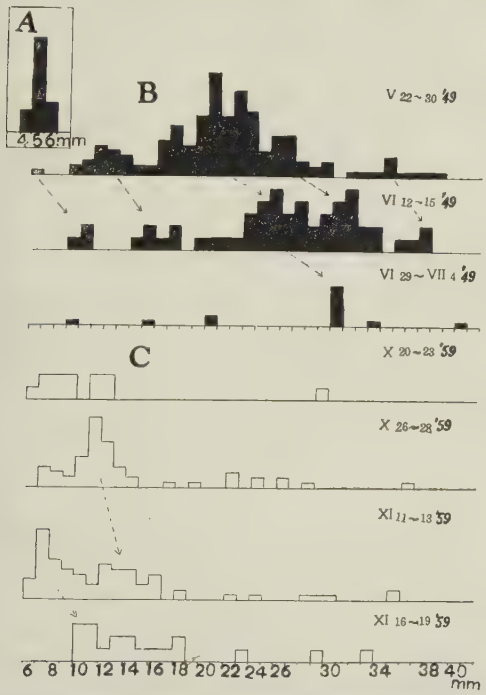


第18図　サンマ卵及び稚仔の海域別・月別出現頻度
（深滝 '59）

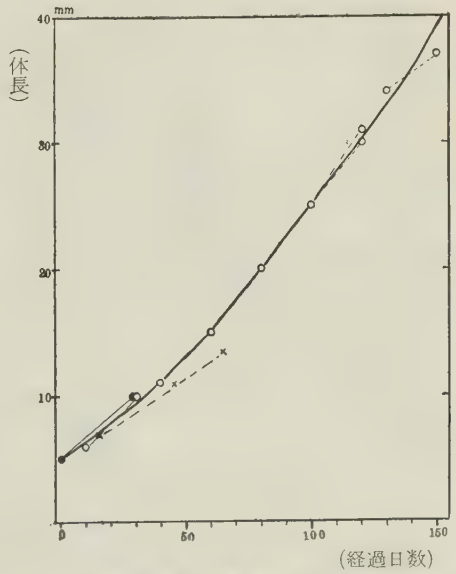
であろう。又一方11月～1月にかけては連日卓越する北西の季節風によつて日本海沖合の卵・稚仔が全体として南から南西に漂流した結果であろうと』。5月～7月にかけての産卵群は中型群に起因することは、その体長組成の面からも明かである（南沢 '58）が、11月～1月の産卵魚体はどうであるかが問題となつてくる。沿海州のサンマの鱗に2つのタイプを見出し、それぞれの鱗をもつ群は互に産卵期を異にしたポピュレーションであると述べている RUMYANTZEF ('47) の鱗タイプが既に述べた筆者の鱗と同一とすれば、日本海側沿海州に大型群が出現しており、この産卵群に起因する稚仔が秋・冬に日本海本州沿岸に漂流してくることになる。太平洋側でも漁期中に大型群が出現した年には、三陸から常磐にかけて稚仔の採集量が多いこと、又1959年秋季10月・11月に天鷹丸によつての産卵調査の結果、親潮前線及び黒潮前線で流れ藻に附着した卵や多くの稚仔を採集していること（東北水研・未発表）等から、大型群が秋・冬にかけて産卵すると考えて先ず間違いないが今後追求されるべき問題である。

(IV) 稚仔期の成長

サンマの稚仔期の成長についての知識は従来全く欠けている。但しサンマ稚仔が多量に採集されるのは潮境（黒潮や対馬暖流などの前線）附近であることはよく知られている（小達 '56 a，深滝 '59)。従つて稚仔が多量に採集された場合に、その潮境の移動に伴つて、採集を続けるならば、その水域での稚仔の成長を推定することが可能である。一般に断片的な採集記録は沢山あるが、この様な潮境の移動に伴つ

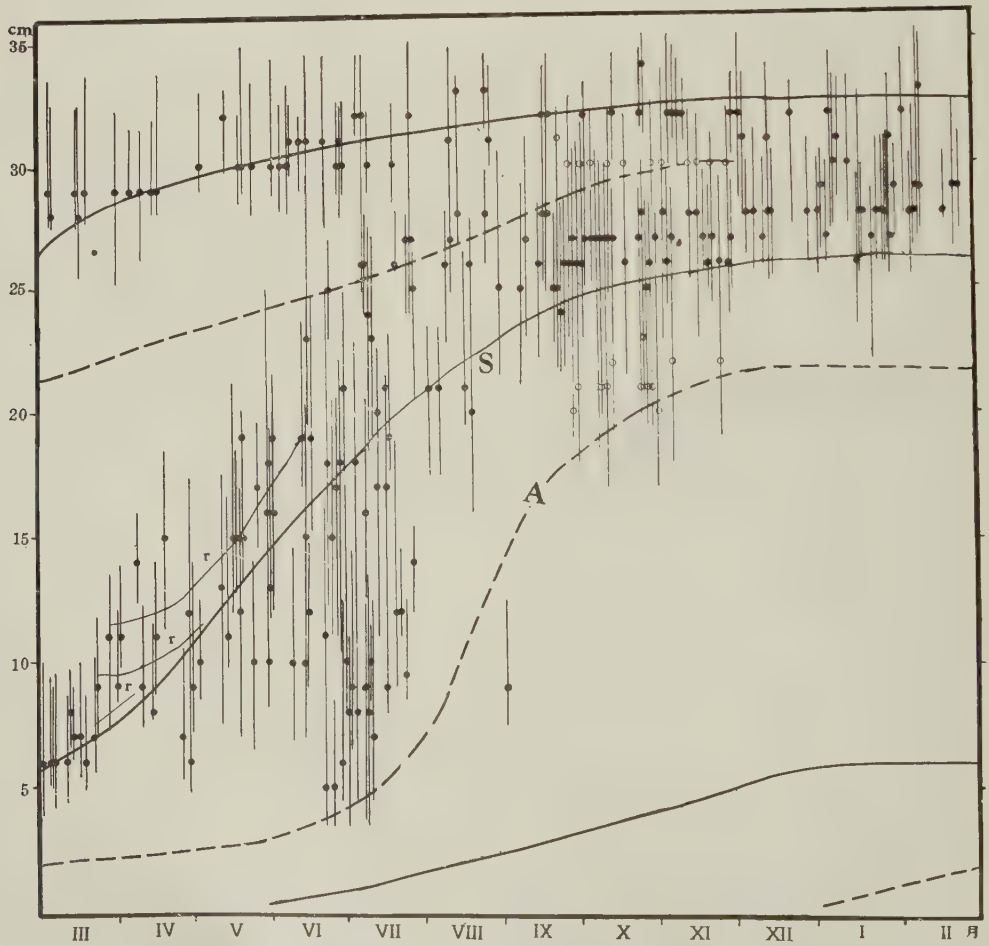


第19図 春季・秋季における稚魚の体長組成とその成長
A，春季 天然産出卵を孵化させた孵化当時の体長組成
B，春季 ふさ丸採集のサンマ稚仔の体長組成
C，秋季 天鷹丸採集のサンマ稚仔の体長組成



第20図 稚仔期の成長
○ 春季発生群
× 秋季発生群
● 飼育記録

て、比較的長い期間に亘つての採集記録は稀であるが、幸に春季の産卵群については、1949年5月・6月に千葉県水産試験場のふさ丸が4航海の採集を実施した資料（東北水研・千葉水試 '50）があり、又秋季の産卵群に関しては1959年10月・11月に東北水研が水産庁の天鷹丸を使つた4航海の資料がある（福島他未発表）。各航海毎の稚魚網採集によるサンマ稚仔の体長組成は**第19図**である。稚魚網採集可能の体長限界は略々50～60mmであるから（前述）、ここでは比較的多く採集される体長40mm以下のもののみを取扱つた。春季・秋季の発生群共に稚仔の最小は共に6mm台で、産卵時期によつての体長差は認められない様である。この大きさは夏季に天然産出の卵を孵化させた筆者の記録は**第19図**(A)に示す様に、孵化直後の大きさは多くは5mm台であつたのに比べると僅か大きい。数は少ないが、孵化から体長約10mmまで飼育するのに約1ヶ月を要したので（堀田，未発表）、一応之を基準とし、各航海に得られた体長分布の峰の移動によつて、成長と経過日数との関係を示すと**第20図**の様に、春季発生群の成長率は略々直線的で、体長40mmに達す



第21図　サンマの成長曲線

縦線は体長の範囲，丸印はその峰の位置を示す　○は漁期中の大型群・小型群を示す
実線Sは春生れ群，　破線Aは秋生れ群，　実線rは飼育実験による成長

るのに 150 日を要する。従つてこの成長率で進めば、沿岸の定置網で漁獲される最小の体長群 5 cm 程度に成長するには、孵化後約 6 ケ月かかることになる。次に秋季発生群の成長率についての資料は少なく、春季発生群より若干成長が劣る様であるが明らかでない。これらの稚仔期の成長については更に今後追求しなければならない。

(V) 成長曲線

サンマ漁業は 8 月～12 月の短い期間に主として操業され、その他の期間には殆ど漁業が成立していないが僅かに沿岸の定置網で漁獲されるものや、特定の産卵魚だけが漁獲の対象となつているだけである。従つてサンマの成長を追跡する場合に、すべての大きさのものを網羅することは現状では出来ないが、ともかく沿岸定置網の採集物や調査船・試験船による少量の漁獲物に頼つて、現在までに太平洋・日本海側で集められたサンマの体長組成について、採集された年には関係なしに、一群毎に体長の範囲とその峰の位置を日によつて配列したものが**第 21 図**である。この記録にこれまで鱗・耳石を基にした輪の形成時の計算体長及び稚仔期の成長結果に基いて、春季と秋季の発生群についてその成長を季節的に追跡すると**第 21 図**の成長曲線が得られる。この成長曲線は略々漁獲物の体長組成の峰を連ね、その成長率は先に得られた飼育実験とも極めてよく一致している。勿論 2 つの系統のサンマの産卵期・輪形成期がかなり長期間に亘つていること、秋季の中型群の内でも漁場の変遷・漁期の推移に伴つて、幾つかの平均的に魚体の大きい群から波状的に南下して、魚郡の入れ替りが起つていることなどから輪形成のみられる漁期末では中型群といつても平均的に魚体の小さいものが多いから、これからの計算体長は実測体長よりも若干小さい値を示すが、特大群からのそれは略々実測体長と一致して、逆 Lee-現象がみられる。このことは早く南下した平均として魚体の大きい群或は成長のよいもの丈けが翌年まで生残るといつた傾向が考えられるが、逆 Lee-現象については更に考慮する必要がある。従つてこれらの事柄は幼魚や成魚の体長の変異にも影響していると思われるから、この成長曲線もかなりの巾を持つて考えなくてはならない。

上述したサンマの年令・成長について次の様に要約する。即ち

中型群から特大群へ転移する系統群は初春から初夏（3 月～7 月）にかけての春季発生群に由来し、中型群は満 1.5 年、特大群は満 2.5 年となる。

小型群から大型群へ転移する系統群は晩秋から冬季（10 月～2 月）にかけての秋季発生群に由来し、小型群は満 1 年、大型群は満 2 年となる。

(VI) 結　び

東北海区の漁獲サンマの体重（体長）組成は年によつてかなり相違した様相を示す。その構成は主に体重 40g 台，体長 21～24cm 台に峰を持つ小型群; 80～90g 台，体長 27～28cm 台の中型群; 130g 台，30cm 台の大型群; 150g 台，32～33cm 台の特大群の 4 群よりなる。

鱗・耳石に見られる輪や透明帯の形状及びその測定の結果並びに脊椎骨数の比較によつて 4 群の相互関係を求め、次の様に生物学的に性質を異にする 2 つの系統群に分けられる。各系統群の各形質に認められた特性の要約は次の通りである。

特大群・中型群の系統

早春から初夏（3月～7月）にかけて産卵すると考えられる春季産卵群に由来する、いわゆる"春生れ群"である。鱗には焦点の極く近くで隆起線が他の部分に比して異常に収斂する稚魚輪の他に、隆起線の配列の変化による第1輪と明瞭な第2輪が観察できる。耳石では比較的巾の広い不透明帯（夏季帯）と巾の狭い透明帯（冬季帯）がある。平均脊椎骨数の多くは 64.9～65.0 台に分布する。

大型群・小型群の系統

晩秋から冬季（10月～2月）にかけて産卵すると考えられる秋季産卵群に由来する。いわゆる"秋生れ群"である。鱗には前の春生れ群に見られた第1輪は、稚魚輪に覆われるのか或は之と一致する為か、第1輪を区別することが出来ないが、第2輪は明瞭に観察できる。耳石の型は比較的巾狭い不透明帯と巾広い透明帯をもつている。平均脊椎骨数は春生れ群よりも高くて 65.1 以上である。

この系統群の特性表示に用いられた鱗の輪及び耳石の透明帯は夫々年輪と見做され、之れからの平均輪長及び計算体長には年令の多い群の方が大きく現われて、逆Lee-現象がみられる。東北海区を秋季南下するサンマには上記の2つの系統があるが、同じ中型群でも漁場の変遷・漁期の推移に伴つて、いくつかの群が波状的に南下し、この内平均として魚体の大きい群或は成長のよいもの丈けが翌年まで生残る傾向があるのであろうが、大部分のものは秋季丈け漁獲の対象となつて姿を消してしまう。ともかく秋季の漁獲対象物である春生れの中型群は満 1.5 才魚、特大群は満 2.5 才魚で、秋生れの小型群は満1才魚、大型群は満2才魚と計算され、その季節的な成長曲線は略々漁獲物の体長組成の峰を連ね、その成長率は飼育実験の結果とよく一致する。

参　考　文　献

深滝　弘 (1959)：対馬暖流水域におけるサンマ卵・稚仔の出現・分布　日水研報告 (7)

福島信一 (1956)：東北海区に於ける漁獲サンマの体長組成に就いて　東北水研報告 (7)

HATANAKA, M. (1956)：Biological studies on the population of the saury, *Cololabis saira* BREVOORT Tohoku Jour. Agr. Res., 6(3), 6(4)

堀田秀之 (1958)：飼育実験によるサンマの成長　東北水研報告 (12)

笠原　昊・大鶴典生 (1952)：綜説 サンマの研究　漁業科学叢書 (3)

久保伊津男・吉原友吉 (1957)：水産資源学

久保雄一 (1954)：太平洋産サンマの生態学的研究 I　茨城水試　昭25·26年度報告

――― (1955)：太平洋側サンマの漁業生物学的研究 I　同上　昭和27年度報告

木村喜之助 (1956a)：標準体長として測るべき魚体の部位に就いて　東北水研報告 (7)

――― (1956b)：海況による魚群の集合・分離の1理論　同上 (7)

――― (1960)：東北海区サンマ漁況の資源学的考察　同上 (14)

小達　繁 (1956a)：東北海区に於けるサンマ稚魚の分布と産卵魚の成熟状態　東北水研報告 (7)

――― (1956b)：サンマの脊椎骨数　同上 (8)

――― (1960)：サンマの脊椎骨数　第9回サンマ研究討論会発表

菅間慧一 (1957)：耳石の性状からみたサンマのポピュレーション構造 I　北水研報告 (16)

――― (1959)：同上 II　北水研報告 (20)

東北水研・千葉水試 (1950)：ふさ丸による沖合マイワシ分布調査報告

内田恵太郎・道津喜衛 (1958)：対馬暖流水域の表層に現われる魚卵稚魚概説　対馬暖流開発調査報告書第2輯

南沢　篤 (1958)：サンマ漁場開発調査　対馬暖流開発調査報告書第3輯

東北水研 研究報告
第 16 号
Mar. 1960

三陸近海に於ける水温逆転の現象について※
第 2 報
定点における反覆観測結果

黒 田 隆 哉

NOTES ON THE PHENOMENA OF "INVERSION OF WATER TEMPERATURE" OFF THE SANRIKU COAST OF JAPAN (II)
RESULTS FROM REPEATED OBSERVATIONS IN THE FIXED POINT

By
Ryuya KURODA

At the fixed point F (N 33-00, E 141-28 ; 20 miles to the south off Kinkazan Is.), the hydrographic observations were done 24 times from 23.00 of the 7th (F1) to 20.55 of the 9th (F24) of August, 1957. The variations of the hydrographic conditions, and of the state of appearance of the inversion, were as follows ;

1) The variations of water temperature and chlorinity in all layers (0, 10, 25, 50, 75, 100, 125 m) were periodic, namely, those were associated with the tides at the port of Ayukawa, Miyagi Pref. (N 38-17, E 141-31). In general, the variations of temperature and chlorinity were in contrast with each other, (Fig. 2, Fig. 7).

2) Although from F1 to F12, the variations of temperature in every layers below a depth of 25 m were considerably different, but below F13 they coincide rather well with each other, (Fig. 2).

3) From F1 to F4 and below F13, the variations of chlorinity in all layers were not striking, but from F5 to F11 chlorinity was extremely high in all layers, (Fig. 7).

4) In the region around station F, there was a current system (tidal and oceanic current) unrelated with the wind, but the surface current was strongly affected by the wind.

5) From F1 to F24, by the T–Cl analyses, two water types were classified. The one was the coastal water type (F1 to F4, F12 to F24), and the other the water type of the Kuroshio system (F7 to F10), (Fig. 9).

6) From F1 to F13, the phenomena of inversion of water temperature appeared clearly in the intermediate layers, and below F14 they were not clear or did not appear completely, (Fig. 14).

※ 東北海区水産研究所業績 第 146 号

7) From F1 to F13, the depth (d_1) at which the inversion appeared (Fig. 4) seemed to descend step by step with time, (Fig. 14).

8) The maximum temperature (T_1) in the inversion layers (Fig. 4) also seemed to lower step by step with time, (Fig. 15).

From the results stated above, and from the hydrographic conditions in the sea region around station F, the mechanism of appearance or disappearance of inversion in F1 to F24 were investigated in detail.

It seemed that the growth of inversion caused by the mutual superposing of the two waters as the process of horizontal mixing in the vicinity of the boundary region between the two water masses with different properties (viz., coastal water and water of the Kuroshio system). Although it was not clear why the inversions happened mostly in the layers at the depths of 50 to 100 m, owing to the lack of data about the vertical distributions of the vertical stability and of water velocity, but it was of much interest that in the layers at the same depths there was a minimum of σ_t difference, comparing the vertical distribution of σ_t in the coastal water with the water of the Kuroshio system.

ま　え　が　き

著者は先きに三陸近海における水温の逆転現象について調べ、その出現の地理的分布や鉛直方向の出現状況等について報告した（黒田，1958・1959）が、この現象の水平方向への拡がり、持続性・時間的変化等については吟味しなかつた。KAWAI (1956) は同一地点で1時間に亘つて10分毎に BT 観測を行つた結果及びかなり離れた幾つかの地点で略ゝ同じ深さの所に水温逆転を見た事から、この現象は水平方向にかなり連続したものであり、その長さは100浬にも及ぶ場合もあるのではないかと見ている。この場合* かりに最初の観測点 St. 46 から約100浬離れた St. 50 て観測された水温逆転が、St. 46 の水温逆転と略ゝ同時に発生したものと考えると、この現象は発生以来少く共10時間40分は持続していたという事になる。然し同一地点て繰返し観測した場合でも、D. H. Cushing et al (1956) の記録に見られる様に、13時55分に観測した時には極めて複雑な水温逆転が見られたにも拘らず、それから僅か45分後の14時40分にはこれが既に単調な1個の水温逆転になつてしまつている場合もあるし、又著者が昭和31年7月29日北緯39度00分・東経142度35分の地点(St. 105)** で、5分毎に BT 観測を実施した時の様に、水温逆転が起つていたこの地点の水温鉛直分布の形が1時間経つても殆ど変化が見られなかつたという様な場合もある。勿論一定の場所で反覆観測をする場合には、この辺りの海水の流動を考えに入れる必要があり、而も既に知られている様にこの現象が主として異質水系の潮境に発生するものである以上、そこでは当然海水の流動は複雑であると考えなければならない。この様に海水の複雑な流動に起因する1種の過渡的現象である水温逆転の現象については、その本質を現場の観測だけから知ろうとするのは無理であり、実験的研究に俟つ所が多いと考えるが、偶々昭和32年夏***、東北

* 1955年度東北海区海洋観測成果表 (1956年)
** 1956年度東北海区海洋観測成果表 (1957年)、但し上記の観測の詳細については未発表
*** 1957年度東北海区海洋観測成果表 (1958年)

海区水産研究所が水産庁所属調査船蒼鷹丸（260トン）を使つて実施したカツオ・マグロ漁場調査の際、同一の場所で約48時間に亘りこの現象を連続的に観測する機会を得たので、その結果について吟味し、成因について考察した所を報告する。

本文に入るに先立ち、御指導いただいた本所長木村喜之助博士、御校閲いただいた資源部長山村弥六郎博士、並びに本観測に協力された本所八百正和技官・蒼鷹丸今村元船長以下乗組員の方々に厚く御礼を申述べる。

調査の方法及び結果

[1] 調査の方法

海洋で或る一つの現象についてその時間的な変動を知るためには、同一の場所で長時間に亘り繰返しその現象を観測する必要がある。

この様な調査において問題になる事の一つは、毎回の観測が果して同一地点で行われているかどうかという事である。

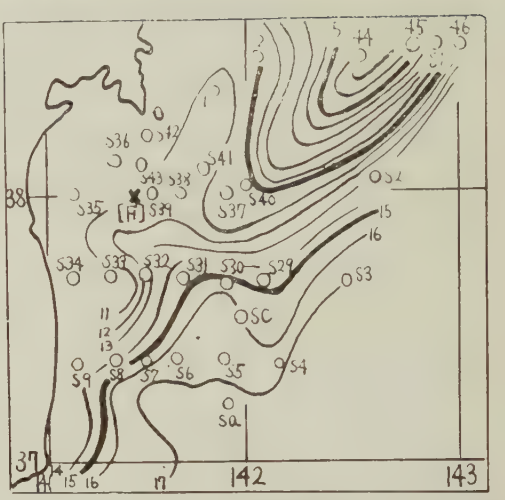
本調査では特にこの点に留意し、レーダー・方向探知器・天測・推測其の他出来る限りの方法によつて、少くとも観測開始時刻には出来るだけ定位置にある様に努力して操船してもらつた。然しそれでも尚毎回1浬やそこらの位置のずれは免れない様で、観測開始時刻における毎回の記録位置は、緯度では北緯37度59分から38度01分、経度では東経141度26分から141度29分の間を変動し、又毎回の測深記録も水深97mから128mの範囲で変動している。調査は本観測（カツオ・マグロ漁場調査）が終了した後、金華山南約20浬（北緯38度00分・東経141度28分の点，水深120m）において中層に水温逆転現象が認められたのでここを定点（F）とし、8月7日23時00分（第1次観測F1）から同9日20時55分（第24次観測F24）迄、大体2時間の間隔をおいて海況及び気象の観測を実施した。海洋観測項目は各回BT測温、0・10・25・50・100m各層及び随時所要深度層の採水測温、稚魚・プランクトン採集であり、又気象観測項目は天気・雲量・風向・風力・気温・気圧・風浪・ウネリであつた。

[2] 定点附近水域の一般的海況

この調査航海で明かになつた当時の東北海区近海の海況を、100m層の水温分布図によつて見ると**第1図**の様になる。これによると先ず三陸沖を南下する親潮第1分枝は、沿岸部の暖水帯を迂廻して北東から金華山近海に達している。又黒潮系高温水帯は塩屋崎近海から北東に延び、金華山近海で上記親潮系冷水と衝突し、ここから東へ向つている。この状況は8月中旬から9月にかけて実施された気象庁及び海上保安庁の観測結果（気象庁海洋気象部海洋課，1957）でも引続き認められ、測流結果によれば金華山近海からは南東に1.0～2.0ノットの強流が、又塩屋崎近海からは北東にやはり1.0ノット以上の強流が夫々観測されている。従つて金華山近海は、上記親潮系水と黒潮系水及び沿岸水の3者の顕著な潮境となつているわけで、この附近の海水の流動状態や成層状態はかなり複雑である事が予想される。定点Fはこの様な水域の中に位置し、従つて水温逆転の現象が起り易い条件の下にあつたわけである（黒田，1958・1959）。

第1表　気　象　観　測　結　果

観測次数	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24
月日	8–7	8–8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	8–9	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
開始時刻	23.00	02.00	03.30	05.00	07.15	09.00	11.42	12.55	15.40	17.00	18.55	20.45	22.40	01.10	02.51	05.00	06.57	08.50	10.42	13.00	15.00	17.00	18.18	20.55
天気	r	0	0	r	r	c	c	0	0	0	0	0	0	0	0	r	f	c	bc	0	0	d	d	0
雲量	—	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	6	10	10	10	10	10
気温	22.5	21.0	20.4	20.4	23.5	23.1	23.2	21.4	21.2	21.2	21.2	—	—	20.8	21.0	20.8	21.5	22.7	25.0	24.5	24.0	24.1	24.2	24.5
気圧	1005.3	1005.2	1005.4	1006.2	1006.8	1007.6	1007.3	1007.2	1007.2	1007.2	1007.7	1008.9	1009.2	1008.0	1008.8	1009.2	1009.1	1009.5	1009.2	1009.7	1009.8	1009.9	1006.5	1011.8
風向	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	NE	ENE	NE	ENE	NE	NE	NE	NE	NE	ENE	E	E	0	NE	NE	NE	SE	NW
風力	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	2	2	2	1	1
波浪	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
ウネリ	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2



第1図　昭和32年8月上旬常磐近海 100m 層水温図
○印：蒼鷹丸（8月3日～7日）観測点

[3]　定点における連続観測結果

(3.1)　観測期間における気象諸要素の変化

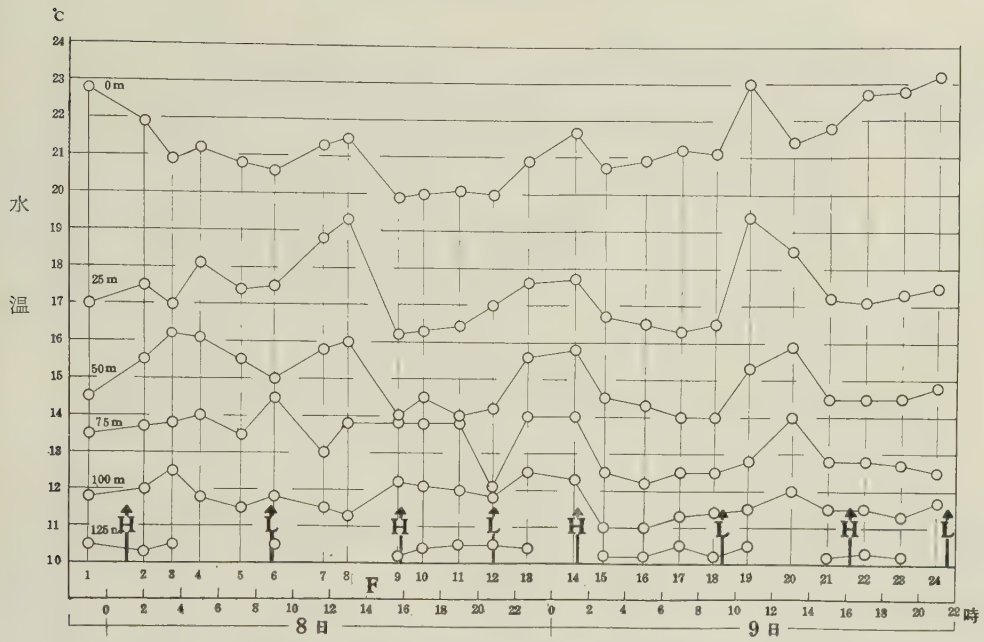
第1表にこの期間の気象諸要素及び波浪・ウネリに関する観測結果を示した。

これによると、F1 から F24 迄の間天気は殆ど曇であり、風は東乃至北々東であまり強くなく、風浪やウネリも又大きなものは観測されていない。従つて全般的に見て、観測期間中はこの附近の気象に大きな変化がなく、局所的に海況に大きな変化を引起す様な事はなかつたものと見られる。

(3.2)　各層の水温の変動

第2図は BT によつて得られた、定点 F における約 48 時間（F1～24）の 0，25，50，75，100，125m の各層の水温変化である。これから F1～24 の間の各層の水温変動の大きさを見ると、**第3図**に示されている様に、表層から 50m 層附近迄は変動の巾が 3°C 以上もあるが、これより深い方では急に小さくなり、125m 層では僅かに 0.3°C である。

次ぎに各層の水温変動について吟味する。先ず**第2図**で全層の水温変動について一般的な傾向を見ると、全期



第2図　定点F（金華山南20浬）における反覆観測結果F1（昭和32年8月7日23時00分）～F24（9日20時55分）の各層水温　横軸は観測次数（上段）及び時刻（下段）
（図中 H, L は宮城県鮎川港の夫々高潮時・低潮時を示す）

第2表　昭和32年8月7日～9日宮城県鮎川港の高・低潮時
（括弧内は潮時に最も近い観測次数）

日	8月 高潮 H.W.		8月 低潮 L.W.	
7	—	15h25m	8h05m	20h20m
8	01h00m 〔F 2〕	15 45 〔F 9〕	8 45 〔F 6〕	20 45 〔F12〕
9	01 15 〔F14〕	16 10 〔F22〕	9 15 〔F18〕	21 25

間を通じて各層共大体において水温の上り下りの傾向は一致し、略周期的である。そこでF点に最も近い宮城県鮎川港* の高潮時・低潮時（**第2表**）と、これら水温の極大・極小の出現時刻との関係を見ると（**第2図**）、大体において極大は上げ潮時に、極小は高潮時から低潮時にかけて、即ち下げ潮時に夫々出現している。

次ぎに各層の水温変動について今少し詳しく見ると、その傾向は各層で幾らかずつ異つており、特に表層と25m層以深との間でそのずれが目立つ。そこでここでは表層と25m層以深とに別けて水温変動を吟味する。

先ず25m層以深の水温変動については、F1からF12の頃迄は、25～50, 75, 100, 125m各層の水温変動がかなり区々であるが、F13以降ではこれら各層の変動の傾向は略一致し、又その大体の傾向は25m層以浅の変動とも一致する。尚これら各層の水温変動の極大・極小の出現時刻は

* 北緯38度17分，東経141度31分

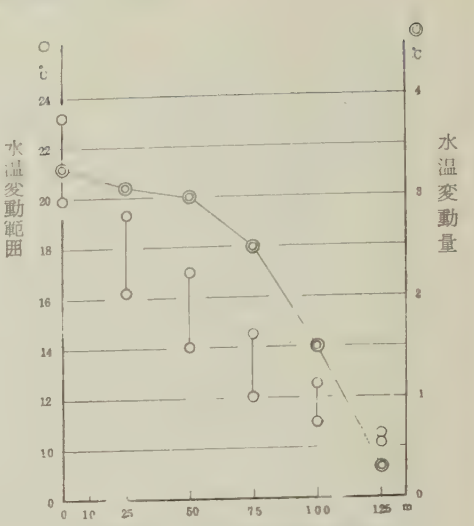
第3表(1)　表層水温の極大・極小の出現時刻

(　) はこの観測の直前・直後の観測における水温値との差が極く僅かである事を示す。

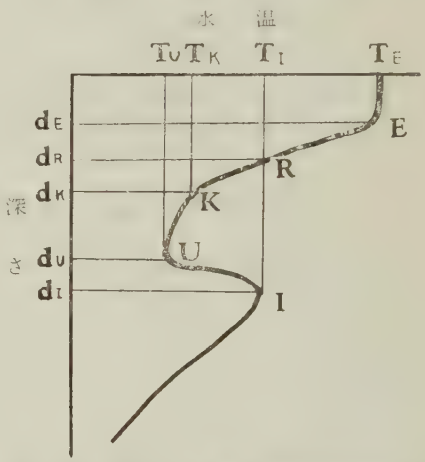
極	観測次数	日	時　分	前の極との時間間隔	平均時間間隔
極大	(F 4)	8	05. 00		
〃	F 8	〃	12. 55	7^h55^m	
〃	(F11)	〃	18. 55	6 00	5^h56^m
〃	F14	9	01. 10	6 15	
〃	(F17)	〃	06. 57	5 47	
〃	F19	〃	10. 42	3 45	
極小	(F 3)	8	03. 30		
〃	F 6	〃	09. 00	5^h30^m	
〃	F 9	〃	15. 40	6 40	5^h35^m
〃	(F12)	〃	20. 45	5 05	
〃	F15	9	02. 51	6 06	
〃	(F18)	〃	08. 50	5 59	
〃	F20	〃	13. 00	4 10	

第3表(2)　25～50m 層 (F13 以降については100m 層迄) 水温の極大・極小の出現時刻

極	観測次数	日	時　分	前の極との時間間隔	平均時間間隔
極大	F 3·4	8	03. 30～05. 00		
	F 8	〃	12. 55	8^h40^m	10^h39^m
〃	F13·14	8.9	22. 40～01. 10	11 00	
〃	F19·20	9	10. 42～13. 00	11 56	
極小	F 5·6	8	07. 15～09. 00		
〃	F 9	〃	15. 40	7^h32^m	10^h37^m
〃	F16·17·18	9	05. 05～08. 50	15 18	
〃	F21·22	〃	15. 00～17. 00	9 02	



第3図　F1～24 の各層水温の変動範囲（○印）と変動量（◎印）



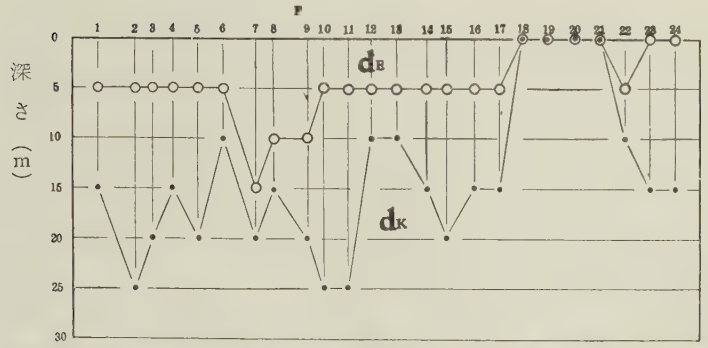
第4図　逆転がある場合の水温鉛直分布の型

第3表(1), (2) に示されている通りであるが、極大は昼間に、極小は夜間に夫々出現するとは限らない。

次ぎに表層水温の時間的変動を吟味する。先きにも述べた様に一般的な変動傾向は潮汐的である。然し表層の場合は更にこれ以外の変動が加つているらしい。即ち第3表(1)に表層水温の極大と極小の出現次数を掲げてあるが、この内 F4, 11·17 及び F3·12·18 の場合は夫々の直前及び直後の観測値に較べて、その差が極く僅かであつて、これだけでは必ずしも極値とは認め難いものであるが、後に述べる表層塩素量の変動や調査船の偏位の変動等との関係から一応有意な値と見做して掲げた。

(3.3) 表層の等温層及び躍層の厚さの変化

第4図は BT で得られる水温鉛直分布の1例である。今 F1～24 の BT スライドから表層の等温層の厚さ（第4図の d_E）及びこれに続く躍層の厚さ（第4図の d_K–d_E）を求めると第5図及び第6図の様になる。第5図から、この期間 F 点における表層等温層の厚さは大体 5 m 程度であり、あまり顕著な変化はないが、F7～9 でやゝ厚く、又 F18 以降では F22 を除いて等温層が殆ど見られない。等温層が他に較べて厚い F7～9 は丁度 8 日の日中 11 時 42 分～15 時 40 分であり、日中ではあるが天気は曇、雲量は 10 である。又一方等温層が見られない F18～21

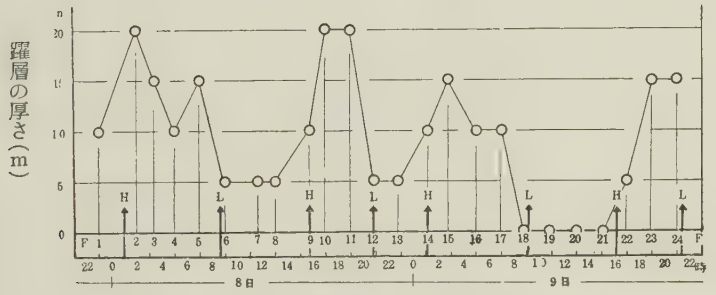


第5図　F1～24の表層等温層下端の深さ［dE］及びそれに続く躍層の下端の深さ［dK］
○…… dE　●…… dK

第4表　表層躍層の厚さの極大・極小の出現時刻

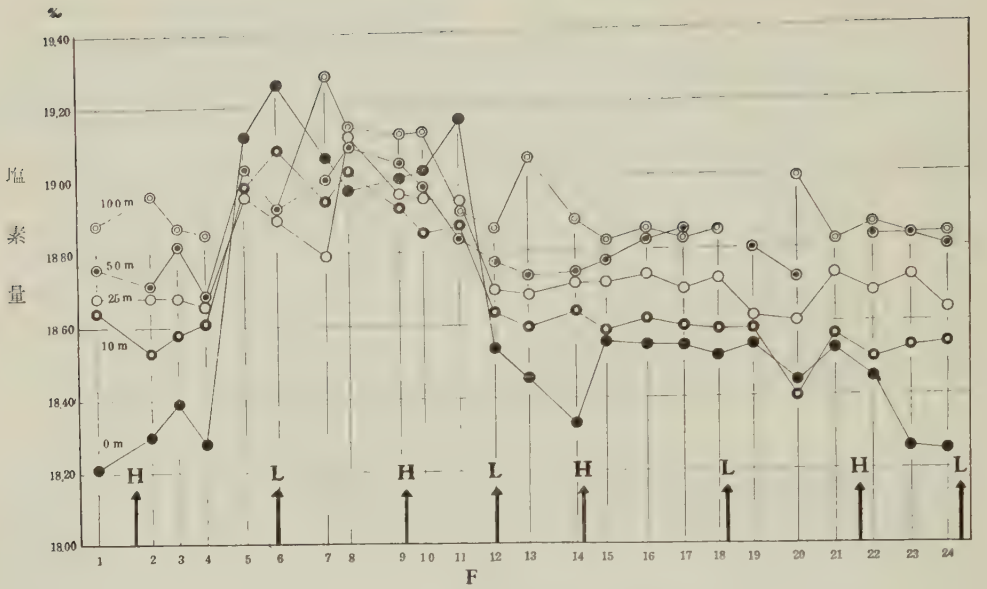
極	観測次数	日	時　刻	前の極との時間間隔
極大	F 2	8	02. 00	
〃	F10～F11	〃	17. 00～19. 00	16h00m
〃	F15	9	02. 51	8 51
〃	F23～F24	〃	18. 18～20. 55	16 09
極小	F 6～F 8	8	09. 00～12. 55	
〃	F12～F13	〃	20. 45～22. 40	10 40
〃	F18～F21	9	08. 10～15. 00	13 55

も又時刻は9日の8時10分～15時0分であり、天気もやはり曇、雲量10である。従つてこの場合表層等温層の厚さの変化は必ずしも表面の加熱・冷却のせいではなく、別の原因によるものと思われる。次ぎに**第6図**によると、躍層の厚

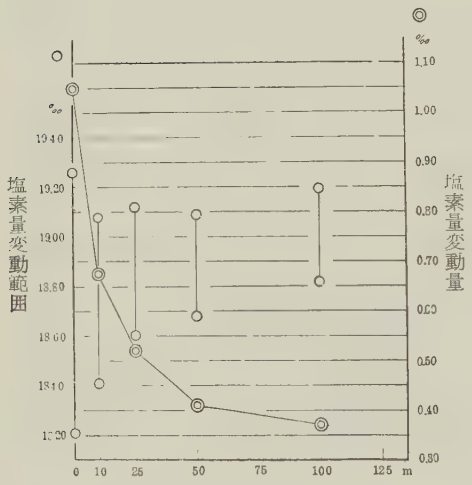


第6図　表層躍層の厚さ［dK-dE］の変化
（図中 H，L は宮城県鮎川港の夫々高潮時，低潮時を示す）
横軸は観測次数（上段），及び時刻（下段）

さはこの期間かなり著しい変動をしている。躍層の厚さの極大及び極小の出現時刻は**第4表**に示されている様になり、極大（又は極小）の出現する時間間隔は9～16時間程度である。水温変動の場合と同様極大・極小の出現時刻と宮城県鮎川港の高潮時・低潮時とを比較すると（**第6図**）、躍層の厚さの極大は鮎川港の下げ潮に、又極小は上げ潮時に、夫々出現している。従つてF点では躍層の厚さの変化も又この附近の潮汐に依存する事が明かである。尚既に述べた様に、等温層の厚さは余り変化しないのであるから、この場合躍層の厚さの変動はそのまゝ躍層の下端（K）の深さ（dK）の変動と見てよい。



第 7 図　定点 F における各層の塩素量の変化



第8図　F1～24 の各層塩素量の変動範囲（○印）と変動量（◎印）

(3.4)　各層の塩素量の変動

F1～24 の夫々 0, 10, 25, 50, 100m 各層の塩素量は第 7 図に示されてある通りで、これから F1～24 の間の各層の塩素量変動の大きは第 8 図の様になる。図から塩素量の変動も水温の場合と同様、下層程小さい。

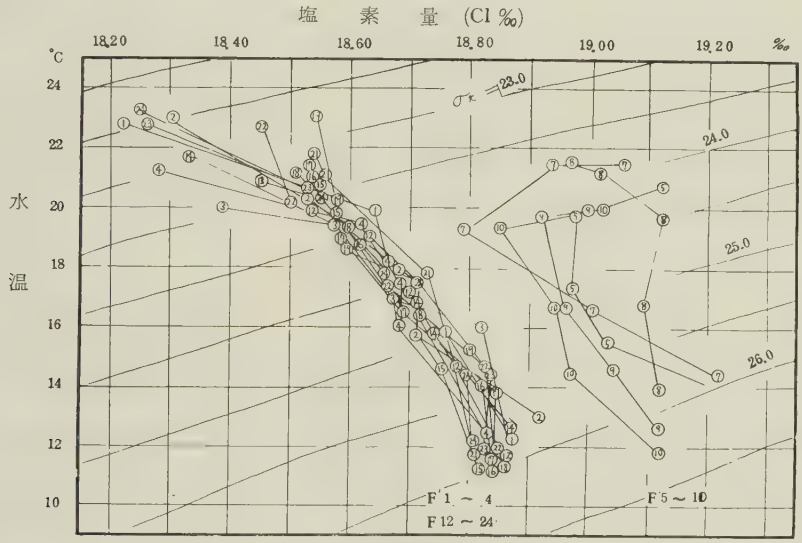
次ぎに各層の塩素量変動について吟味する。先ず第 7 図で全層の塩素量変動について一般的な傾向を見ると、水温の場合程明瞭ではないが、やはり大体において潮汐的である。即ち塩素量の極小は鮎川港の上げ潮時に、又極大は下げ潮時に夫々出現する。既に述べた様に水温の場合は極大が上げ潮時に、極小が下げ潮時に夫々出現するのであるから、水温と塩素量の変動関係は対蹠的である。又第 7 図によると F1～4, F12～24 では各層とも塩素量の急激な変化はなく、又著しい逆転（此の場合は或る層の塩素量がその上・下両層に較べて高いか又は低い状態）もないが、F5～11 では各層共塩素量は極めて高くなつており、且つ逆転も著しい。この事はこの期間に、水平又は鉛直方向にかなり激しい海水の動きがあつた事を示している。

次ぎに表層塩素量と表層水温の変動を比較すると（第 6・第 7 図）、両者は略相伴つている。

(3.5) F1～24 の水系分析と層重状態

(3.4) で F5～11 にかなり著しい海水の動きがあつた事が推察されたので、ここでは F1～24 についてその海水組成及び層重状態について調べる。

F1～24 について夫々 T–Cl 曲線を作ると、これらを判然と2通りの型に類別する事が出来る（**第9図**）。即ち各層共大体において高温・低塩の F1～4, F12～24 の型と、これらに較べて大体低温高塩の F7～10 の型とである（F5, F6 及び F11 は中間の型になつている）。この事から F7～10 では F1～4, F12～24 とは別の系統の海水が F 点にあつた事が判る。従つて (3.4) に述べた F5～11 における塩素量の著しい高まりはこの理由によるものである。



第9図　F1～24 の T-Cl 曲線 (0, 10, 25, 50, 100m 層)
○内の数字は観測次数

次ぎに各層の層重状態が安定であるかどうかを見るために、**第9図**の上に等 σ_t 線を引く。図から第1の型（F1～4, F12～24）では 0～10m 層が最も安定、10～25m 層がこれに次ぐ。所が第2の型（F7～10）では一般に 0m 層と 10m 層との密度差は極く小さいか又は負になるから、上部の成層は極めて不安定である。25m 層以下については後述する。

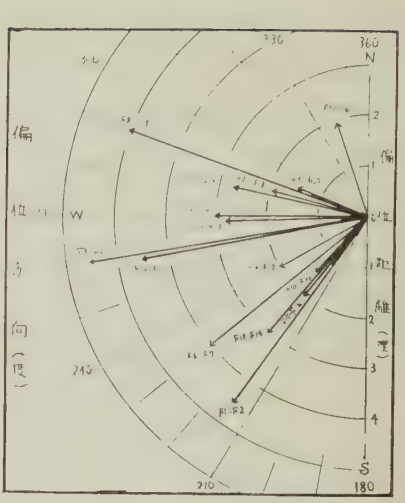
(3.6) F 点附近の海水の流動

F 点の深度は既述した様に、音響測深儀による記録では 97m～128m であるから、蒼鷹丸としては碇置出来ない事はないが、気象・海況の急変を慮つて碇置しなかつた。そこて絶えず船の現在位置を調べ、たとえ風や海潮流等て船が F 点から流されても、観測開始時刻迄には F 点に戻つている様に操船する事が必要であつた。この様な操作を F1 から F24 迄繰返したので、その間の船の偏位記録から逆にこの附近における海水の大体の流動状態を推察する事が出来る。**第5表**及び**第10図***は F1 から F19 の各観測待機時間における船の偏位の記録てある。これによると、この

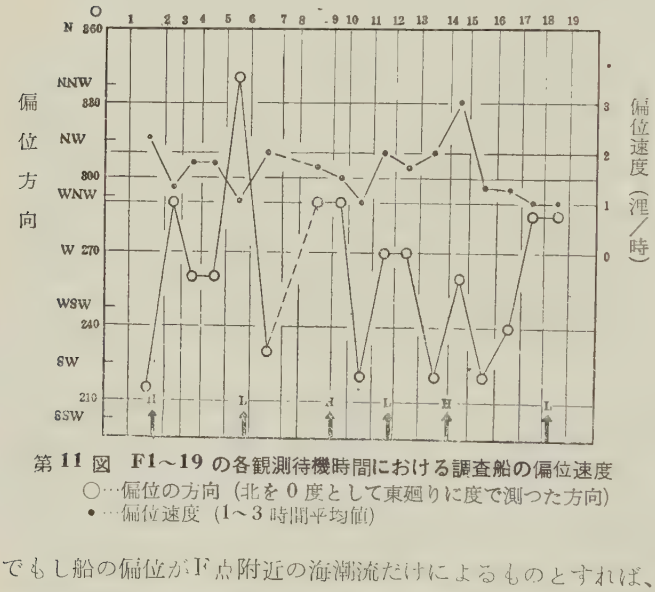
* F20 以降については記録がない。

第 5 表　観測待機時間における調査船の定点 F からの偏位

観測次数	経過時間	偏位(浬)	偏位速度(浬/時)
F 1～ 2	2^h00^m	4.5	2.3
F 2～ 3	1 30	2.0	1.3
F 3～ 5	2 50	5.5	1.9
F 5～ 6	1 45	2.0	1.1
F 6～ 7	2 00	4.0	2.0
F 8～ 9	3 00	5.0	1.7
F 9～10	1 00	1.5	1.5
F10～11	1 30	1.5	1.0
F11～12	1 30	3.0	2.0
F12～13	2 30	2.8	1.1
F13～14	1 40	3.0	1.8
F14～15	1 20	4.5	3.4
F15～16	1 30	2.0	1.3
F16～17	1 40	2.0	1.2
F17～19	3 30	2.8	0.8
平　均			1.6



第 10 図　F1 から F19 迄の各観測待機時間における蒼隼丸の偏位記録



第 11 図　F1～19 の各観測待機時間における調査船の偏位速度
○…偏位の方向（北を 0 度として東廻りに度で測つた方向）
●…偏位速度（1～3 時間平均値）

期間船はいつも北西～南西に流され、東寄りには流されなかつた。

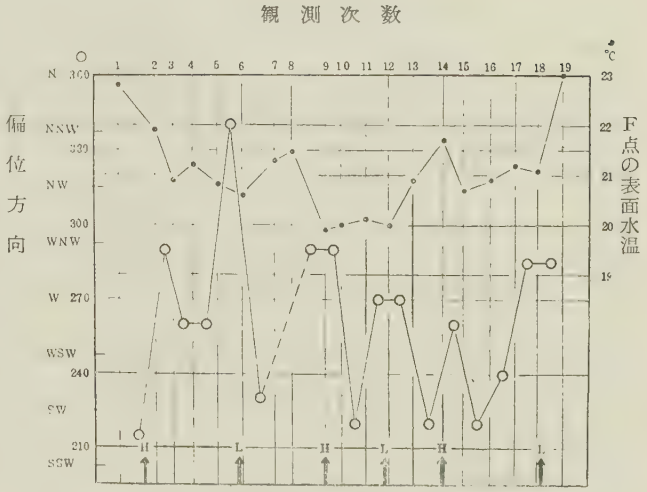
次ぎに第 5 表及び第 10 図から船の偏位速度と偏位方向（北を 0 度として東廻りに測つた角度）との関係を求めると第 11 図の様になる。図から一般的な傾向として偏位速度は船が南寄りに流される時には大きく、北寄りに流される時には小さい。この附近は陸岸に近いから、海水の流動には潮汐の影響が現れ易いと思われる。そこでもし船の偏位が F 点附近の海潮流だけによるものとすれば、偏位方向や偏位速度の変動も又水温や塩素量と同様潮汐的である事が期待される。然し第 11・12 図中に示した様に、夫々の極値の出現状態と鮎川港の干満との間にはつきりした関係が見られない。これに反して先に述べた F 点の表層水温の変動とは一致（対蹠的）する場合が多い（第 12 図）。

(3.7)　風と船の偏位との関係

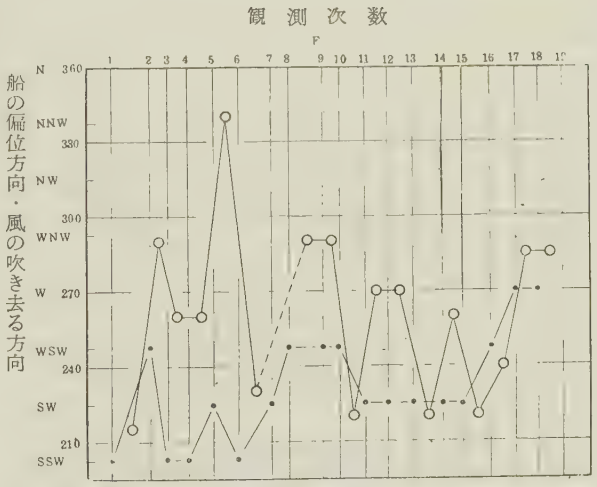
第 13 図は風向と船の偏位方向との間の関係を第 1 表及び第 10 図から求めたものである。この図では風向の代りに風の吹き去る方向を示してあるが、この変動と船の偏位方向の変動とはその傾向が略一致している。即ち風が北寄りになる程（従つて風の吹き去る方向が南寄りになる程）船は

南寄りに流され、風が東寄りになる程（従つて風の吹き去る方向が西寄りになる程）船は北西寄りに流されている。この様に両者の変動の位相が良く一致する事から考えると、船の偏位の原因は大部分船が受ける風圧によるものの様に思われる。然し図から明らかな様に、風の吹き去る方向と船の偏位の方向との間には大低の場合幾らかのずれがあり、図からこの差を求めて平均すると、船の流される方向は風の吹き去る方向に向つて右に約35度ずれている。このずれの起こる理由としては、i）風圧による船の偏位の方向が必ずしも風の吹き去る方向とは一致しない事、ii）風圧以外にも船を偏位させる原因、即ちこの場合はF点附近における海潮流の存在、の2つが挙げられる。ここで今迄に述べた表層の水温・塩素量・船の偏位方向・偏位速度及び風の変動を結びつけて考えると（**第6表**）、大体において風向の変動が表層の水温・塩素量の変動に相伴うという事になる。水温・塩素量が変るという事はF点に異つた海水が来るという事である。従つてこの場合風向の変化と表層の水温・塩素量の変化とが相伴うという事は、F点の表層の海水流動が風に強く影響されているという事である。

結局風の吹き去る方向と船の偏位の方向とが一致しない理由は、



第12図　F1～19の表面水温（•）の変動と調査船の偏位方向（○）の変動との関係



第13図　船の偏位方向（○）と風の吹き去る方向（•）との関係

第6表　風向・船の偏位方向・偏位速度・表層水温・表層塩素量の変動の相互関係

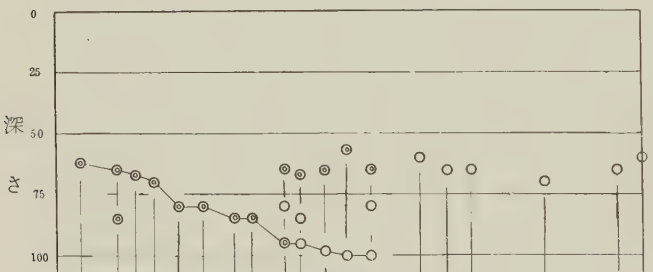
変動の要素＼変動の状態	同時に認められる状態		
	I（極値）	II	III（極値）
風向	北寄り	I・IIの中間	東寄り
船の偏位方向	南寄り	〃	北寄り
偏位速度	大	〃	小
表層水温	高い	〃	低い
表層塩素量	低い	〃	高い

F点附近には、表層は風の影響を強く受けるが、全体としてはこの風とは無関係な流動系(海潮流)があるためであり、更にこの他に風圧による船の偏位方向が必ずしも風の吹き去る方向と一致しないという事もあるのであろう。この風と無関係な流動については特にF4～5の頃に、風が吹き去る方向は南西であるのに、船は北々西に偏位した場合において顕著に見られ、この頃に極めて強い北寄りの流動があつた事を示している。

[4] 定点Fにおける水温逆転現象の出現状況

(4.1) 逆転現象の出現回数と出現深度

F1からF24迄24回の連続観測の中、明瞭に逆転現象が認められるのはF1からF13迄であり、F14以降はこの現象が極めて不明瞭であるか又は全く認められない。又F1～13の中F2及びF9ではこの現象が2層に明瞭に認められ、又F9～13では明瞭な逆転の他に、痕跡程度ではあるが別に1・2層にかすかに逆転らしいものが認められる。**第14図**には観測次別に逆転現象の出現深度 d_1 (**第4図**) を示してある。



第14図 水温逆転現象の出現深度 (d_1)
◎…明瞭なもの　○…不明瞭なもの

第7表　水温逆転現象の出現回数深さ別集計

深さ(m) ＼ 出現回数	明瞭なもの	不明瞭なもの	合　計
0～25	0	0	0
25～50	0	0	0
50～75	9	6	15
75～100	6	7	13
100～125	0	0	0

図から深さ別に逆転現象の出現回数を集計すると**第7表**の様になり、50～75m層が出現回数最も多く、75～100m層がこれに次ぎ、0～50m層及び100～125m層ではこの現象が全く出現していない。従つて50～100m層には何等かの形で海水流動の乱れのあつた事が推測される。

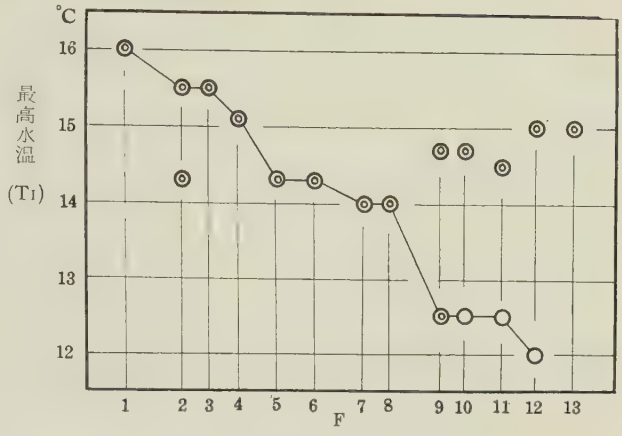
尚この図でF1～13の間では一連の逆転現象の出現深度が順次深い方へ移つている。そこでこの期間の出現深度の降下速度を計算すると大体 5×10^{-2}cm/sec となる。

(4.2) 水温逆転層の最高水温 (T_1) の変化

第15図にF1～13に出現した水温逆転層の最高水温 T_1 (**第4図**) を示す。図から逆転層の最高水温は大部分16°～14°Cの範囲にあるが、F9～12では不明瞭ながら12°C台のものが見られる。(4.1) で述べた様にF1～13では一連の逆転現象の出現深度が順次深い方へ移つているが、これらについては夫々の最高水温も又順次低くなつている。図からこの場合の降

速度を求めると大体 5×10^{-4} °C/sec となる。

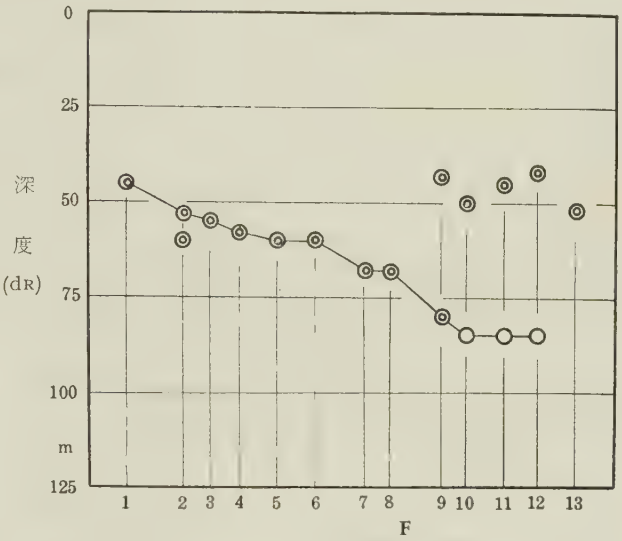
次ぎに逆転層の最高水温 T_I と等温な層 R の深さ d_R (**第4図**) の変化は**第16図**の様になる。この場合も F1～12 の一連の逆転層についてはその出現深度の場合と同様、次第に深い方へ移つている。図からこの層の降下速度を求めると大体 5×10^{-2}cm/sec となり、逆転層の降下速度と略ゝ等しい。この事は F1～12 ではこれら一連の逆転層が大体その厚さを変えないで次第に深い方へ移つてゆく事を示している。



第15図　F1～13に出現した水温逆転層の最高水温 (T_I)
◎…明瞭なもの　○…不明瞭なもの
F14 以降は判読不能

(4.3) 水温逆転層の厚さ・逆転温度差・逆転温度勾配の大きさの時間的変化

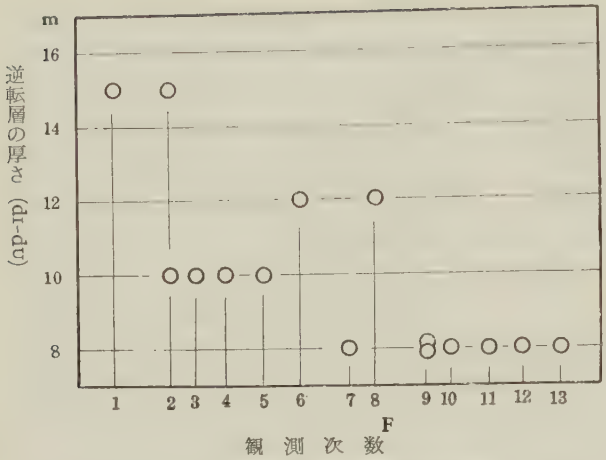
前報 (黒田, 1959) で水温逆転現象について、逆転層の厚さ (d_I–d_U), 逆転温度差 (T_I–T_U) 及び逆転温度勾配 (T_I–T_U)/(d_I–d_U) を定義し、これらの大きさと出現深度との関係について吟味したが、本報では定点で反覆観測した場合これらが時間的にどの様な変化をするかについて調べた (**第17・18・19図**)。図から F1～13 の間では逆転現象に関するこれらの要素が、時間の経つにつれて次第に増大又は減小するといつた様な傾向は見られないし、又鮎川港の干満との間にも明瞭な関係が認められない。



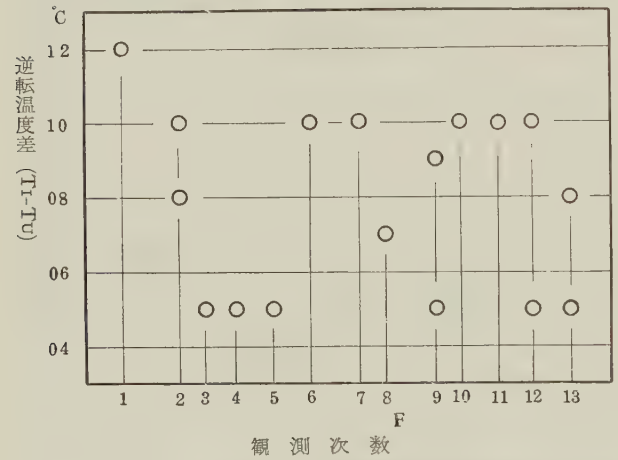
第16図　F1～13に出現した水温逆転層の最高水温 (T_I) と等温な層の深度 (d_R)
◎…明瞭なもの　○…不明瞭なもの

考　　察

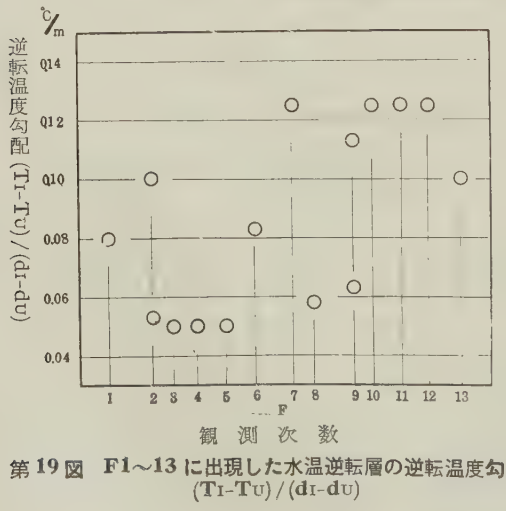
金華山の南 20 浬 (凡そ北緯 38 度, 東経 141 度 28 分) に定点 F を選び、48 時間に亘りこの点の水温逆転現象を調査した結果は上述の通りであるが、こゝに改めてその時の逆転現象の出現状態



第 17 図　F1～13 に出現した水温逆転層の厚さ (dI-dU)



第 18 図　F1～13 に出現した水温逆転層の逆転温度差 (TI-TU)



第 19 図　F1～13 に出現した水温逆転層の逆転温度勾配
(TI-TU)/(dI-dU)

を再録すると次の様になる。即ち

i) F1～13 では明瞭に 1 乃至 2 層に出現しているが、F14 以降では全く出現していないか又は出現しても極めて不明瞭である (**第 15 図**)。

ii) この現象は 50～75 m 層に最も多く出現し、次いで 75～100 m 層に多く、50m 以浅及び 100 m 以深では出現が認められない (**第 15 図**)。

iii) F1～13 の間では一連の層逆転が順次深い方へ移つている (**第 15 図**)。

iv) 逆転層の最高水温 (TI) は大部分 16°～14°C で、この値も F1～12 の間では順次低くなつている (**第 16 図**)。

v) 逆転温度差 (TI–TU)，逆転層の厚さ (dI–dU) 及び逆転温度勾配 (TI–TU)/(dI–dU) は時間の経つにつれて増大するとか、減少するといつた様な特定の変化傾向は認められない (**第 17・18・19 図**)。

以上の結果に基いて、以下に F 点の中層に出現した水温逆転の現象について考察したところを述べる。

親潮・黒潮・沿岸水の潮境に位置している F 点には絶えず異つた海水が去来しており、而もこれが潮汐力や風等の複雑な影響下にある。従つて定点の反覆観測とは云つても観測する度に前回とは別の海水を対象としている事になる

が、それにも拘らず**第14～16図**に見た様に、水温逆転現象の出現状態は割合規則的に変化している。

何故定点Fの様に、潮境に位置して海況の変化が激しい所で、或る種の海況要素（現象）がこの様に割合に規則的に変動するのかについては、その現象の発生原因と共に良く吟味する必要がある。恐らくこれは偶然こうなつたものではなく、定点Fで認められた水温逆転の現象が程度の差はあつてもかなり広範な水域に亘つて略ど同時に起つている事を示すものと思われる。然しこの点についてはF点1箇所だけの観測結果では充分吟味する事が出来ない。

次ぎに定点Fにおける水温逆転の出現状況と海況変動との関係について吟味する。F点における水温変動の各層間の関係については、既に述べた様にF1からF12もたり迄は50·75·100·125m各層の水温は区々に変動するが、F13以降は各層共大体似た様な変動をする。これに対して水温逆転の現象はF1～13において明瞭に出現が認められ、F14以降においては全く出現しないか又は出現しても痕跡程度である。又この現象は50～100m層にのみ出現し、これより浅い所にも又深い所にも出現が認められず、而もこの事は海水が全層に亘つてすつかり入れ替つたと見られるF1～4とF7～10（及びこれらの中間のF5, 6, 11）とで共通している。結局F点における水温逆転は50m層以下の各層水温が区々に変動する時だけ明瞭に出現し、而もこの層の間にだけ出現するという事になる。次ぎにこの現象の出現状態（**第14～16図**）とF点附近の海況（**第2～13図**）との関係について調べると、この場合両者の間にははつきりした関係が見出されない。従つてこの現象は、前に述べた様な風による表層の海況変動や、全層におよぶ潮汐的な変動傾向とは直接の関係がなささうである。

ここで今水温の鉛直分布に逆転が出現する一般的な原因について考える。その第1は海の或る深さの所に上層より高温な海水（若しくは下層より低温な海水）が実際に存在する場合である。これにはi) 潮境における異質海水の水平・鉛直方向への複雑な乱れ運動に起因する場合や、ii) 何等かの外部的原因による急激な上層水の沈降若しくは下層水の湧昇等の場合が考えられる。

第2に実際には海の或る深さの所に上層よりも高温な海水（若しくは下層より低温な海水）が存在しなくとも、水温の鉛直分布には見掛上逆転が現われる場合である。それは観測の方法、測器の性質、又は観測中にも激しく変化する様な海況条件等に関係するものであつて、例えばi) 海中の密度不連続層に発生する内部波や、ii) 観測対象となつている水塊の急激な入れ替り（海況の変化が極めて激しい場所での観測とか、又はこの様な場所を航走しながら観測する場合に起こり得る）等の影響が、中層において水温の逆転として現われる事が考えられる。然しこの様な場合BTで観測したとすれば、その降下・引揚によつて必ず画かれる往復2本のBT曲線が、互に重り合い一致するという事は先ず起り得ない。これに反して中層に実際に暖水が存在する場合には、往復2本のBT曲線が一般に重なり合う筈である。又転倒寒暖計の場合には数層一組の観測値の間で逆転があれば、それは実際に上層よりも高温な海水がそこにあるものと考えて間違いない。

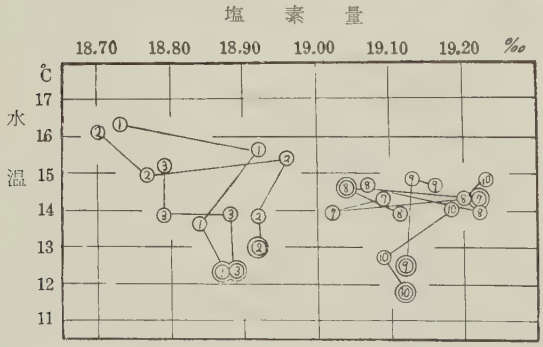
さて定点Fの観測で得られたBT曲線を見ると、降下・引揚で得られる2本の曲線が完全に一致する事は稀であるが、大抵の場合は大体重なり合つており、唯深さが幾分ずれている。これは温度

第 8 表　F 点における逆転層附近の測温・採水結果

(100m 層以外は同時連結観測)

F番号	深度 (m)	水温 (°C)	塩素量 (‰)	F番号	深度 (m)	水温 (°C)	塩素量 (‰)	F番号	深度 (m)	水温 (°C)	塩素量 (‰)
F1	53	16.29	18.73	F2	60	16.14	18.70	F3	57	15.11	18.79
	65	15.56	18.92		71	14.91	18.77		67	13.90	18.79
	75	13.73	18.84		77	15.41	18.96		73	13.86	18.88
	100	12.41	18.87		93	13.87	18.92		100	12.41	18.87
					100	12.98	18.92				
F4	65	15.32	18.84	F6	64	14.04	18.94	F7	87	14.24	19.09
	70	14.63	18.84		80	13.48	19.15		98	13.93	19.02
	75	13.98	18.81		91	12.66	19.18		100	14.31	19.22
	85	14.00	19.16		100	12.43	18.92		105	14.18	18.92
	100	12.28	18.83								
F8	75	14.62	19.07	F9	50	14.58	19.16	F10	60	14.79	19.23
	80	14.10	19.22		60	14.57	19.16		70	14.20	19.19
	85	14.30	19.20		70	14.77	19.13		90	12.66	19.09
	90	14.60	19.04		100	12.45	19.12		100	11.81	19.12
	100	13.99	19.12								
F11	57	14.78	19.02								
	68	14.06	18.94								
	87	12.91	18.92								
	100	12.43	18.91								

変化に対する BT の機械的な遅れや、又実際に BT を操作している間に船が移動したり、海水自体が流れたりする事によつて、降下と引揚とでは BT が幾分異つた海水の中を通過するためであると思われる。水温逆転が出現している F1～13 ではこの程度の両曲線の重り合いが認められる上に、更に各回の BT 観測の直後に実施した逆転層附近の測温・採水* 結果は**第 8 表**に示す通りで、この方法によつても、その附近には温度（及び密度の）逆転のあつた事が確かめられた。以上の事実からこの場合F点の中層には上層より高温な海水が存在していた事は間違いない。そしてこの状態は BT の操作時間中(数分程度) 殆ど変化せず、更にその直後引続いて実施された転倒寒暖計・採水器による観測の際にもこの状態が見られ、又恐らくこれは F1 から F12 あたり迄少なく共 24 時間位は引続き存在したものと思われる。先きにも述べた様に、F 点附近には海潮流が存在する。



第 20 図　F1～12 の中層 (50m 層から 100m 層迄) の T-Cl 曲線

○内の数字は F 番号　◎は 100m 層

従つてこの様に長時間に亘つて引続き逆転現象が認められる事から、この暖水は恐らくかなり広範囲に層状をなして拡がつているものとみられる。

次ぎにそれではこの暖水がどの様な性質のものであり、又どの様にしてここに入り込んだのかについて考察する。

水温逆転層附近の測温採水結果（**第 8 表**, **第 20 図**）を見ると、大体逆転が現れる深さのあたりにはそのすぐ上層及

* BT によつて発見した逆転層を狙つて、正確に測温採水を実施する事はかなり難しい。

び下層とはかなり性質の違う海水が入り込んでおり、且つこのあたりの鉛直安定度は極めて小さいか又は負になつていて、成層が非常に不安定である事が判る。

先きにも述べた様に、中層に異質な海水が入り込んでいるのは、一般に潮境における異質海水の水平・鉛直方向への複雑な乱れ運動に起因する場合や、何等かの外的原因による海水の急激な沈降若しくは湧昇等によるものであり、何れにしても過渡的な状態である。

定点Fの場合は既に見た様に、F1～4, F12～24 と F7～11 とでは夫々起源とする水系が異つている。而も**第 20 図**から判る様に、F1～4 の場合その逆転層附近の高温・高塩な異質海水というのは F7～F10 の系統に近いものであり、又 F7～F10 の場合はこれよりも更に高温・高塩な沖合海水と見られる。従つてF点に出現した逆転層は、外的原因による海水の急激な沈降若しくは湧昇の結果生じたものではなく、他から異質な海水がこの層に差し込んで来たものであり、而もこの様な現象がかなり広い範囲に亘り起つていたものと見る事が出来る。

次ぎにそれではどの様にして別の水系からの海水が、F点の中層に入り込んで来たのかについて吟味する。既に述べた様に、この現象はF点で全回出現したわけではなく、F1～13 の間、即ち 25 m 層以深の各層の水温変動が区々な期間にのみ明瞭に認められ、各層の水温が略ゞ一致して変動した F13 以降にはこの現象が殆ど認められない。従つて水温逆転現象の発生——F 点の中層に別の系統の海水が入り込む事 ——と、各層の水温変動の不一致との間には、密接な関係がある事が推察される。ところで或る期間における F点の海況変動は、結局F点近海の海況分布を反映したものに他ならない。即ちF点の海況変動の模様が或る期間表層から下層迄大体一致しているという事は、F点に引続き同一の系統の海水が流れていた事を示すものであるし、F点の海況が一変するのは今までとは別の方面から別の系統の海水が流れて来た事を意味し、更に深さによつて海況変動の様子が異る様な場合には、それは中層に異質な海水が入り込んでいる様な成層状態の海水がF点を通過していた事を示している。従つてF点の海況変動やここに出現した水温逆転の現象について吟味するためには、F点近海の海況について今少し詳しく知る必要がある。

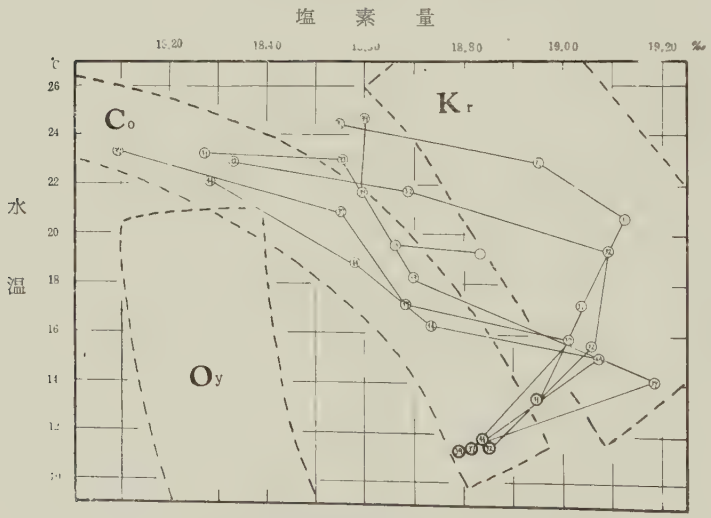
既に述べた様にF点は大陸棚の縁に位置し、これより岸側には沿岸水が、又すぐ沖側には親潮、

第 9 表　沿岸水域内の代表点の観測値及び平均値

上段 水温 °C　下段 塩素量 ‰

St. 番号 / 深さ m	S 35	S 36	S 38	S 42	平均値	平均 σ_t
0	23.0 18.27	24.6	20.8 18.55	23.0 18.22	22.9 18.35	22.58
10	20.30 18.50	21.8 18.43	18.1 18.63	20.5 18.65	20.5 18.55	23.60
25	17.00 18.68	18.2 18.64	16.0 18.74	17.6 18.66	17.2 18.68	24.50
50		14.6 18.73	15,0 18.86	15.5 18.74	15.0 18.78	25.18
100			11.4 18.82		11.4 18.82	25.95

第 21 図 (1)　各観測点（第 1 図）の T-Cl 曲線 (0, 10, 25, 50, 100m 層)
○内の数字は観測点番号　◎は 100m 層を示す



第 21 図 (2)　各観測点（第 1 図）の T-Cl 曲線
(Co 系と Kr 系の中間水域)

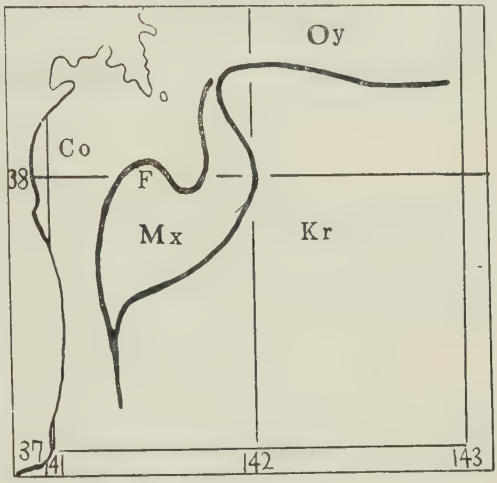
黒潮両系水が分布している。従つてF点の海況はこれ等各水系の勢力の消長の影響を受け易い。

そこで今**第 1 図**の各観測点について、夫々 T-Cl 曲線を求めると**第 21 図 (1)・(2)** の様になり、S35, 38, 42 等の高温・低塩の沿岸水系 (Co 系)，S5, 6, 30 等の高温・高塩の黒潮水系 (Kr 系)，

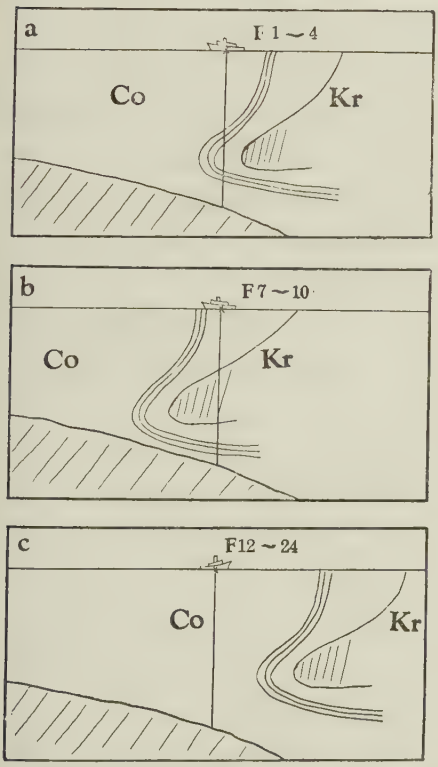
及び St. 44, S1 等の低温・低塩の親潮水系 (Oy 系) の3系統に大別される。そして S33, 37, 44 等では大体系 Co 系であるが、唯 50m 層附近にだけ Kr 系水が挟まつた複合型 (Mx 型) になつている (**第 21 図 (2)**)。

以上の結果からF点附近の水系分布は**第 22 図**に示す様に、北方には親潮系水、南方・沖合には黒潮系水、又岸側には沿岸水が夫々分布しており、更に黒潮系水域と沿岸水域との中間水域では、これら両系の海水が重り合つて (Mx 型) いたわけである。

F点はこの中間水域のあたりに位置していたわけで、従つてF点の海水の水系分析結果 (**第9・第20図**) とF点附近水域の海水の水系分析結果 (**第 21 図 (1)・(2)**) とを比較すると、F1～4 が Mx 型、F12～24 が Co 型という事になり、又 F7～10 は Kr 系水であるが、Mx 型と同様 50m 層附近に丈け更に高温・高塩な沖合海水が差込んでいた (Kr′ 型*) という事になる。つまり F1～24 の観測中に、最初は Mx 型の海水が、次いで Kr′ 型の海水が、更にその後では Co 型の海水が、夫々ここを流れていたわけである。



第 22 図 昭和 32 年 8 月上旬常磐近海 (0～100m 層) 水系分布図
Co…沿岸水　Kr…黒潮系水
Oy…親潮系水　Mx…Co, Kr の複合水



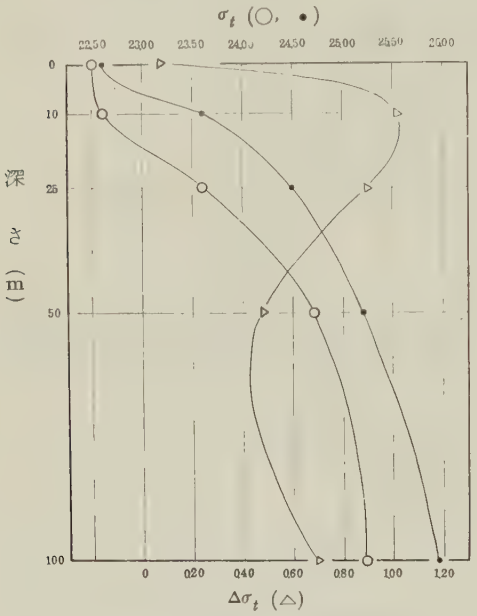
第 23 図 F1～24 における水質の鉛直構造
Co…沿岸水　Kr…黒潮系水

一般に異質水系の潮境では両者の混合が盛んに行われ、それに伴う海水の流動は極めて複雑である。この様な水域では混合の過渡的現象として、両海水が水平・鉛直方向に互に入り組み重り合い、又潮境の不連続面としての性質からみて、その波形の崩壊によつて大小様々の暖水渦 (塊) や冷水渦が存在するものと考える。そして又両水系の勢力の消長に伴つて、潮境の位置自体種々変動する

* 黒潮系水域内で、潮境に極く近い場所の成層状態 (第 23 図 b)。

であろう。

既に述べた様に、F点はこの様な水域に位置しているのであるから、沿岸水・黒潮両水系の勢力の消長に伴つて、ここを沿岸水が通過したり（第 23 図 c）、黒潮系水が通過したり（第 23 図 b）、又時には この中間の状態（第 23 図 a）、になつたりするのであろう。従つて F 点で認められた水温逆転はこの図に示された様な機巧に基つて出現するもので、先きに第 14・第15 図等で見た様に逆転層が次第に沈降する傾向や逆転層の最高水温が次第に降下する現象は、結局 Kr 系水の Co 系水への差込みの状態に関係するものである。



第 24 図　F 点近海の沿岸水及び黒潮系水の平均 σ_t の鉛直分布及び両者の差

•…沿岸水の σ_t　○…黒潮系水の σ_t

△…両者の差 ($\Delta\sigma_t$)

次ぎに前報（黒田, 1958・1959）では黒潮系暖水と親潮系冷水との潮境に発見された多数の逆転現象について、これを集計して深度別出現度を見た場合、特にどの層に限つて出現するという現象は見られなかつたが、本報の場合は黒潮系暖水と沿岸水との潮境の、極く狭い範囲内での短時間における観測であるため、この様に出現層が限られたものと考えるが、F 点を含む中間水域で何故 50～100m 層に水温逆転―密度の異常分布―が起るのか、即ち何故この深さのあたりに 10～20m の厚さで高温（又は高温・高塩）な異質系水が差込むのかについて明かにしなければならない。そのためはこの附近の鉛直安定度や海水の移動速度の鉛直分布等について、

第 10 表　黒潮系水域内の代表点の観測値及び平均値

上段 水温 °C　下段 塩素量 ‰

St. 番号 / 深さ m	S 5	S 6	S 29	S 30	平均値	平均 σ_t	$\Delta\sigma_t$*
0	26.2 19.01	26.4 18.92	25.8 18.90	24.8 18.79	25.8 18.91	22.50	0.08
10	26.2 18.99	24.4 18.74	25.6 18.90	24.9 18.79	25.3 18.86	22.58	1.02
25	23.8 18.86	21.5 19.09	23.0 18.95	21,5 19.09	22.5 19.00	23.60	0.90
50	19.6 19.19	18.8 19.19	19.6 19.14	18.6 19.17	19.2 19.17	24.70	0.48
100	18.3 19.24	16.6 19.19	16.9 19.10	16.7 19.18	17.1 19.18	25.25	0.70

*　$\Delta\sigma_t$ は沿岸水の平均 σ_t（第 9 表）と黒潮系水の平均 σ_t（本表）との差。

詳しい事が判つていなければならないが、その様な資料は得られなかつたので、此の問題については充分吟味する事が出来ない。然し今 Kr 系の代表的なものとして観測点 S5, 6, 29, 30 を、又 Co 系の代表的なものとして S35, 36, 38, 42 を夫々選び、両水系について各層の平均 σ_t を求めると**第 24 図，第 10 表**の様になる。これから同一深度における両水系の密度差を求めると 50m 層と 100m 層との中間に極小値が存在するが、丁度このあたりが（**第 24 図・第 10 表**）水温逆転現象の最も多く出現する層に相当している事は興味深い。

摘　　要

昭和 32 年 8 月 7 日～9 日にかけて、金華山の南 20 浬（北緯 38 度 0 分・東経 141 度 28 分附近）に定点 F を選び、約 48 時間に亘り 2 時間おきに反覆観測（第 1 次観測 F1～第 24 次観測 F24）を行い、この間の海況及び気象の連続的な変化並びにこの点の中層に出現した水温逆転の現象について調べ、下記の結果を得た。即ち、F 点における一般的な海況については、

i)　F 点は親潮系冷水・黒潮系暖水及び沿岸水の潮境にある（**第 1 図**）。

ii)　水温・塩素量の一般的な変動傾向は表層から下層迄大体一致し、潮汐的である。即ちその変動は F 点に近い宮城県鮎川港における干満の周期と略一致している。又水温と塩素量の変動は大体対蹠的である（**第 2 図・第 7 図**）。

iii)　F1～12 あたりまでは 25～50, 75, 100, 125m 各層の細かい水温変動はかなり区々であるが、F13 以降ではこれら各層の変動傾向は略一致する（**第 2 図**）。

iv)　各層の塩素量は F1～4, F12～24 では目立つた変化はないが、F5～11 では各層共塩素量が極めて高く、且つ各層の塩素量変動の不一致が著しい（**第 7 図**）。

v)　F1～24 について水系分析をすると、F1～4, F12～24 の型と F7～10 の型とに大別され、F1～24 の間に 2 系統の海水が交互に F 点を通過した事が判る（**第 9 図**）。

vi)　表層は風の影響を強く受けているが、これとは無関係な流動（海潮流）が F 点に存在する。

以上述べた気象・海況条件の下で F 点の中層に出現した水温逆転の現象については、

i)　F1～13 では明瞭に 1 乃至 2 層に出現しているが、F14 以降では全く出現していないか又は出現しても極めて不明瞭である（**第 14 図**）。

ii)　F 点の場合この現象は 50～75m 層に最も多く出現し、次いで 75～100m 層に多いが、50 m 以浅及び 100m 以深では出現が認められない（**第 14 図，第 7 表**）。

iii)　F1～13 の間では一連の逆転層が順次深い方へ移つている（**第 14 図**）。

iv)　逆転層の最高水温（T_I）も F1～12 の間では順次低くなつている（**第 15 図**）。

v)　逆転温度差（$T_I - T_U$），逆転層の厚さ（$d_I - d_U$）及び逆転温度勾配 $(T_I - T_U)/(d_I - d_U)$ については、時間の経つにつれて増大又は減小するといつた様な特定の変化傾向は認められない（**第 17・18・19 図**）。

更にこれらの結果及び F 点近海の海洋条件について詳細に吟味し、F 点の中層に水温逆転が出現する機巧について考察した。その結果この現象は潮境を挟む異質な 2 水系の水平・鉛直混合の過渡的な現象として、両水系が上下に入り組み重なり合つている事を示すものと推察された（**第 23 図**）。

又F点でこの現象が限られた層（50～100m層）に多く出現した原因を知るためには、この水域の鉛直安定度や流水の移動速度の鉛直分布についてもっと詳しい調査が必要であるが、両水系の密度の鉛直分布を見ると（**第24図**）、丁度この層のあたりで両者の密度差が極小となっている事は興味深い。

参　考　文　献

Cushing, D.H. et al (1956) : Echo Traces Associated with Thermoclines. Jour. Mar. Res. 15 (1) 1～13

Kawai, H. (1955) : Notes on the Inversion of the Upper Water Temperature in the Waters to the Northeast of Japan in Summer. 東北水研報告 (6), 71～80

黒田隆哉（1958）：海水密度の鉛直分布に於ける“密度逆転”について．東北水研報告（11），82～87

黒田隆哉（1959）：三陸近海に於ける水温逆転の現象について（第1報）．東北水研報告（13），1～12

気象庁海洋気象部海洋課（1957）：1957年8月～9月（57-08次）本州東方海域海洋観測報告．海洋報告 6 (4) 59～68

東北水研資源部（1956）：1955年度東北海区海洋観測成果表（謄写）

〃　（1957）：1956年度　同上　（〃）

〃　（1958）：1957年度　同上　（〃）

東北水研　研究報告
第 16 号
Mar. 1960

松島灣の種ガキ採苗期に於ける低塩分水・赤潮及びカキ幼生について※

佐藤重勝・菅野　尚・菊地省吾

ON THE LOW-SALINITY, GREEN WATER AND OYSTER LARVAE DURING THE SEED-OYSTER-COLLECTING SEASON IN MATSUSHIMA BAY.

By
Shigekatsu SATÔ, Hisashi KANNO and Syôgo KIKUCHI

In Matsushima Bay, with inflowing rivers of no great flux, low-salinity seldom covered the bay, even when the rivers were flooded. But green waters owing to phytoplankton blooming were often seen near the bay-mouth more remarkably than in the innermost part of the bay during the season of the industrial collectings of the seed-oyster in July and August, when much and at times heavy rains of typhone occur annually.

The authors studied the temperature, specific gravity, pH, Silicate-Si, plankton, attached diatoms,oyster larvae and spats and at four stations mostly outside of the bay during the season in 1958. Considerations of the results were taken together with the data accumulated from the survey in the bay.

The results are as follows;

1) Low-salinity waters appeared outside of the bay, independently of the conditions at the innermost part of the bay.

2) Environmental conditions in and out of the bay may be influenced by the trends of the water mass outside of the bay.

3) Green waters due to plankton blooming may be caused by the above-mentioned water mass.

4) The harmful effects of the plankton blooming on the oyster larvae were difficult to be confirmed.

5) Plankton diatoms may show increasing periods of the attached diatoms staining on the spat-collectors, which followed the decreasing of the plankton blooming.

6) Oyster larvae distributed more densely outside of the bay.

7) Deformed larvae in the collections were considered to be affected by the low

※ 東北海区水産研究所業績 第 147 号

salinity.

8) Minimum value of the specific gravity in the water of which the oyster larvae can live in Matsushima Bay, is supposed to be approximately σ_{15} 1.015.

目　　次

まえがき
調査方法
調査結果
I. 海　況
概　況
第 I 期
第 II 期
第 III 期
II. 浮游生物
Monas (naked flagellata)
Ceratium
Chaetoceros 及び *Skeletonema*
III. 附着硅藻
IV. カキ幼生
V. カキ附着稚貝
考　察
湾外低塩分水の起源と動向
附着硅藻・浮游硅藻の増殖時期の関連
カキ幼生の分布
カキ幼生に対する低塩分水の影響
カキ幼生と赤潮
結　び
摘　要
参考文献

ま え が き

松島湾は平均深度 2m の比較的浅い湾で、代ヶ崎・金島・石浜・寒風沢・鰐ヶ淵の 5 本の狭い水道により仙台湾と連つており、急速な湾外水との混合は起り難い形態を持つている。この湾に流入している河川は、高城川及び東名・貞山両運河であるが、之等は増水時に於てもその流量は著しくはなく(今井・中村、1955) これら河川による大雨後の湾内の極端な低塩分状態は稀である。

種ガキ採苗期の 7 月・8 月は例年多雨であり、ときに台風時に大雨に見舞われる事がある。大泉 (1953) は 1950 年 8 月 4 日・5 日の豪雨が松島湾々奥部のカキ幼生に大影響を与えたと報告しているが、カキ幼生に対する大雨の影響に関しての詳しい研究は現在までなされていない。

また松島湾では大雨後に硅藻による赤潮状態がみられる事があり、1952 年の赤潮では、発生量は湾口部の方が湾奥部より大きかつた事が知られている(大泉、1953)。更に 1957 年には、極く多量の硅藻を含んだ高温低塩分水が湾外から湾内に流入し、種ガキ採苗器は附着硅藻による著しいヨゴレを被つたことが観察されている(宮城県水試・その他、1957)。しかし現在までの種ガキ採苗期の調査は、湾内を主としているので、湾外から湾内に拡がる赤潮については詳しい調査がない。従つて、大雨後の採苗器投入指導は、極めて慎重になされているのが現状である。

また前述した 1957 年にはカキ稚貝の大量斃死が起こり、特に各水道の湾筋に顕著に現われている (宮城県水試・その他、1957)。地元業者の経験によると、カキ稚貝の大量斃死は鰐ヶ淵水道の元屋敷地区でしばしば見られている。この元屋敷地区の大量斃死の原因については全く調査・研究がなされていない。

本報は上記の諸問題に関連して、現在まで調査の及んでいない湾口部から湾外にかけての海況、

浮游生物、カキ幼生の分布・附着及び採苗器の附着硅藻について行つた綜合的な調査・研究の結果である。なおこのうち元屋敷地区のカキ稚貝の大量斃死については別に報告する。

本調査に当つて種々御便宜を計られた浦戸東部漁業協同組合及び悪天候の中で終始調査に協力された石巻市字荻浜の辻寿一氏に厚く感謝する。また報告をまとめるに当り快く資料を貸与された宮城県種ガキ漁業協同組合に厚く御礼申し上げる。更に御校閲をいただいた本所増殖部長、谷田専治博士に御礼申し上げる。

調 査 方 法

調査期間は 1958 年 7 月 1 日より 9 月までである。調査地点は**第 1 図**に示した。St. 1 (桂島地先); St. 2 (元屋敷地先); St. 3 (舟入島附近) は 3 日毎に、St. 4 (宮戸島沖) は 7 月 4 日・7 月 31 日及び 8 月 12 日に観測を行つた。St. 2′ (安勢ケ浦) St. 3′ (石浜水道) は、St. 2・St. 3 が波浪高く観測が不可能な時の臨時調査点として、それぞれ設けたものである。なお 7 月 26 日には鰐ケ淵水道・寒風沢水道を中心に、別に調査点を設けて観測を行つた。

観測時刻は原則として満潮時を中心に調査が行われるように設定された。

測定方法は次の通りである。

1. 各層毎の採水にはウイングポンプを用いた。水温はウイングポンプの吐水口に温度計を挿入して測定した。この方法による測温は、表層との温度差が 5°C 以上ある 10m 層の場合でも、北原式中層採水器による測温の結果とほとんど変らない。
2. 比重の測定には赤沼氏比重計を用いた。
3. pH の測定は比色法による。

第 1 図　調 査 地 点 図

Y：代ケ崎水道，K: 金島水道，I：石浜水道，S：寒風沢水道，W:鰐ケ淵水道

4. 硅酸塩の測定は海洋観測法（1949年度版）によつた。

5. 浮游生物は、ポンプで吸上げた20Lの海水をネット（篩絹 N.P.58）で濾過し、種類毎に個体数を測定した。但し群体を作る硅藻は群体数を数えた。

原生動物などの微小浮游生物の測定は、ルゴール・エオシン液で固定染色し、遠心分離法（使用海水 7 cc）によつた。この場合は総て個体数・細胞数を数えた。

6. 附着硅藻の測定には、ホタテ貝の殻で作つた附着器を用いた。この附着器は貝殻と竹管（長さ10cm）を交互に針金に通したもので、垂下にあたつて貝殻の内面が上を向くように作られている。附着器には貝殻5枚及び15～25枚の2種を用い、前者は6日及び12日間、後者は12日間海中に垂下し、その間に附着した硅藻の個体数を 8×20 倍で 0.4～1.2mm² の面積を検鏡して求めた。検鏡部位は附着量の多い殻の内面の外縁部とした。但し附着密度が 500 個体/0.4mm² 以上になつている場合は、個体が重なり合つており計数不能であつた。

7. カキ幼生の密度は、ポンプで吸上げた20Lの海水を上記のネットで濾過し、更に 100μ・200μ の目の篩絹によつて3段階の大きさに分けて測定した。

8. カキ稚貝の附着量の測定には、ホタテ貝の殻（殻高11～13cm）20枚を針金に通した普通型式の採苗器を用いた。採苗器は観測日から次の観測日までの3日間海中に垂下し、その間に附着した稚貝の数を貝殻の面毎に求めた。

この採苗器及び附着硅藻の附着器は、それぞれ最上段の貝殻が平均水面下約 10cm の深さに位置するように採苗棚から懸垂した。

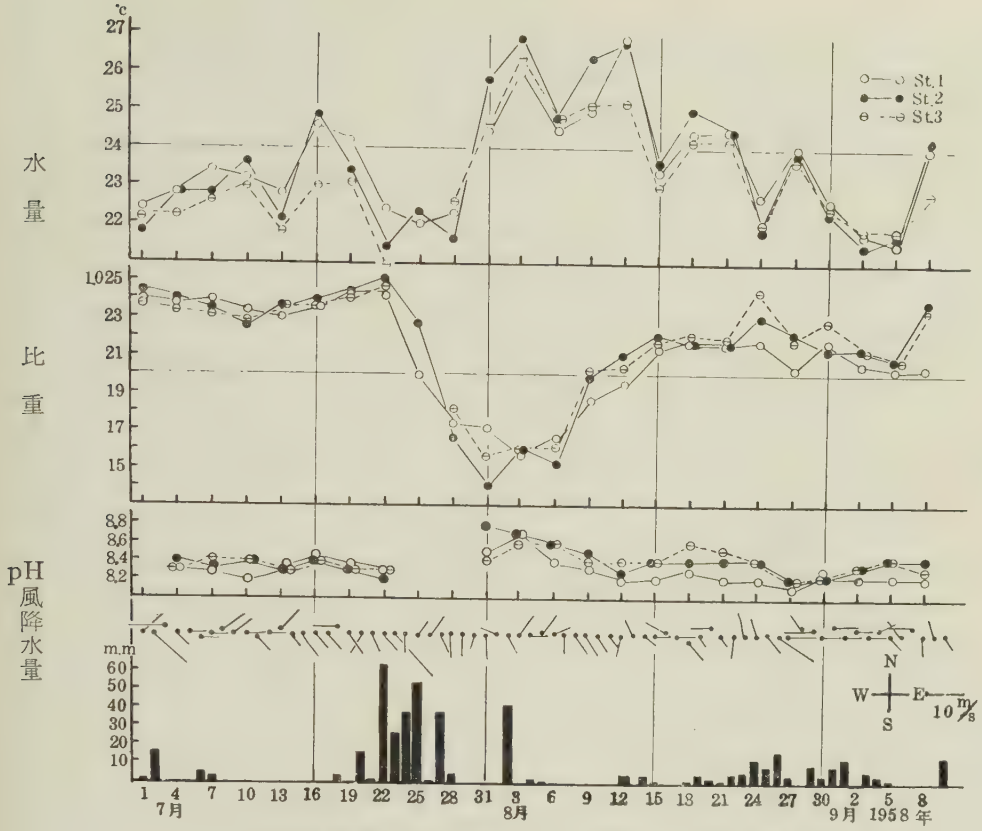
調　査　結　果

I. 海　　況

概　況

調査期間中の St. 1（柱島地先）・St. 2（元屋敷地先）・St. 3（舟入島附近）に於ける表層の水温・比重・pH・降水量（塩釜・東北水研観測）・最大風速及び風向（石巻測候所観測）の記録を第2図に示した。

1958 年度の種ガキ採苗期における松島湾の環境条件は、第2図の比重の変化をもとに三つの時期に大別する事が出来る。即ち、第I期は7月1日から22日迄、水温 21～25°C, 比重 1.023～1.025, pH 8.2～8.4 の安定した時期であるが、松島湾のこの時期の比重としてはかなり高い値を示している。第II期は7月25日から8月9日迄で、梅雨前線の接近と第11号台風により沿岸部で約 300mm, 山間部で 500mm に及ぶ降雨の影響を受け、水温 22～27°C, 比重 1.014～1.020, pH 8.3～8.8 と著しい変動の認められる時期である。降雨による比重の低下は特に7月31日から8月6日の間に著しく、この期の最低値を示しているが、その後徐々に回復している。第III期は8月12日以降、水温 22～27°C, 比重 1.020～1.024, pH 8.2～8.6 で、第II期の著しい比重低下が回復し、略ゝ例年並の値を示した時期である。又8月下旬にも前線の強化と第17号台風の影響による降雨はあつたがその降雨量は少なく、比重はあまり低下しなかつた。各期の松島湾内及び湾外周辺の海況は、水温・比重・pH・硅酸塩の鉛直分布及び6月末から9月上旬にかけて



第 2 図 表層の水温・比重・pH 及び最大風速風向・降水量

行われた宮城県種ガキ漁業協同組合の湾内調査記録を参考とすると次のようになる。

調査期間中の St. 1 と St. 3 間の水温・比重、各期を代表する 7 月 7 日・7 月 31 日・8 月 12 日の調査についての水温・比重・pH・硅酸塩の鉛直分布及び宮城県種ガキ漁業協同組合の調査結果から 0m・2m 層の湾内の比重分布状態を、各期毎にそれぞれ**第 3 図** (A・B・C)；**第 4 図**(A・B・C)；**第 5 図** (A・B・C) に示した。

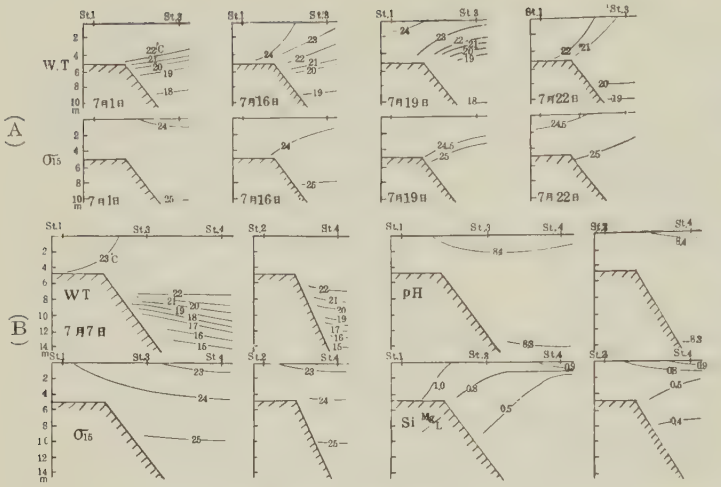
第 I 期

湾奥部に流入する河川の影響は少なく、一般に湾内全域及び湾外周辺は高塩分水に覆われ、比重・水温ともゆるやかな成層を示している。しかし比重及び陸水の指標と考えられる硅酸塩の鉛直分布に見られるように、St. 4の表層にやや低塩分の陸水に影響されたと考えられる水塊が存在し、水道部を中心に湾奥・湾外にかけて緩やかな比重の傾斜のあることが認められる。

またこの期の後期、7 月19 日から 22日 にかけ、水温の躍層の著しい変化と比重の上昇傾向が認められ、石浜水道・鰐ヶ淵水道附近に高塩分水域が形成されていた。

第 II 期

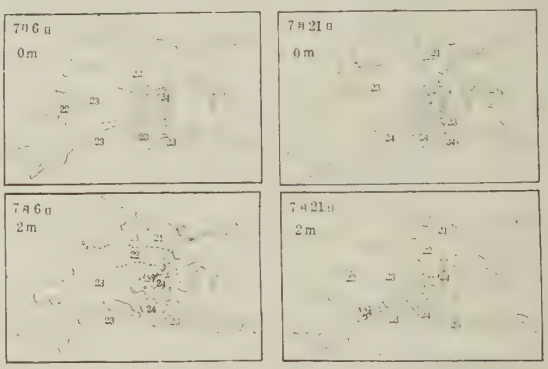
降雨により海況は急変し、表層から 6m 層に亙つて陸水の影響を受け、2～6m 層に温度・比重共に著しい躍層が発達した。特に 7 月 31 日から 8 月 6 日にかけては著しい。降雨の影響を受



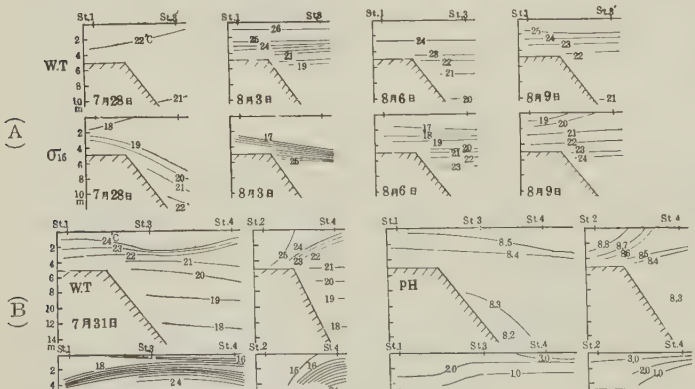
第3図 第I期の海況

(A):St.1・St.3間の水温・比重, (B):7月7日の水温・比重・珪酸塩・pH

け始めた7月24日においては、湾奥部に流入した高城川・東名運河の陸水が湾奥表層に分布し、水道部から湾奥部にかけて著しい比重の傾斜を示している。また第I期において認められた水道部から湾外部にかけての比重の傾斜は、比重・硅酸塩の鉛直分布においてSt.4に低塩分の陸水の影響を受けた水塊の存在を示すこと、7月26日の鰐ケ淵水道・寒風沢水道を中心として行つた特別調査（第4図. D）において水道附近の高塩分水塊を挟んで湾の内外に低塩分水塊の存在する事が認められ、明確に水道部を中心に湾奥部・湾外部にかけて比重の傾斜を認めることが出来る。また湾内の比重分布において、7月30日・8月1日・8月4日に鰐ケ淵水道周辺を中心に低塩分水塊が存在し、比重は湾奥部より湾外部においてむしろ低い値を示している。



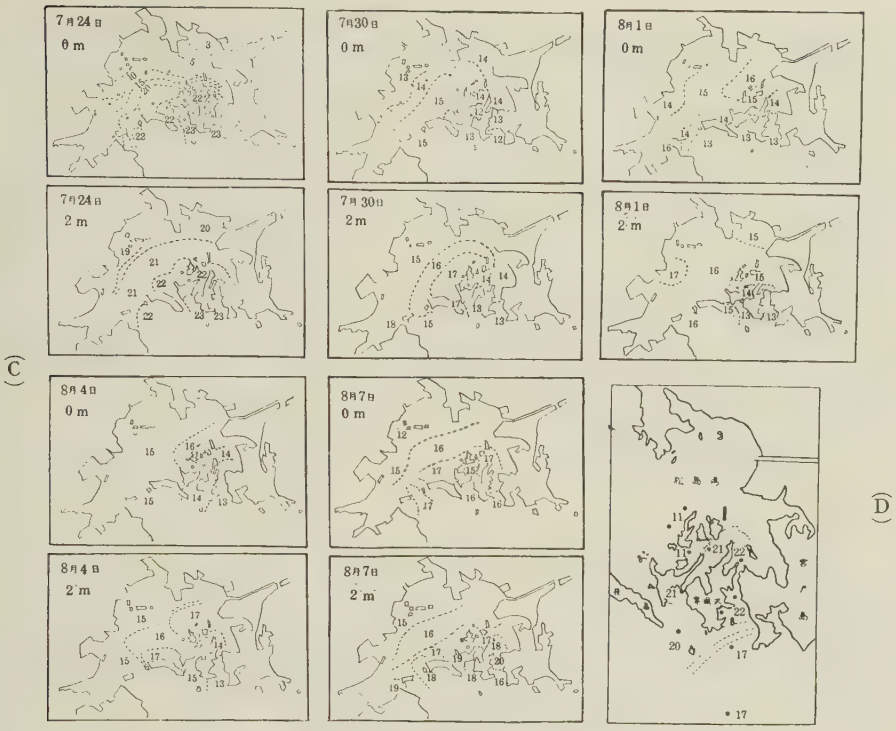
(C): 湾内の比重の分布



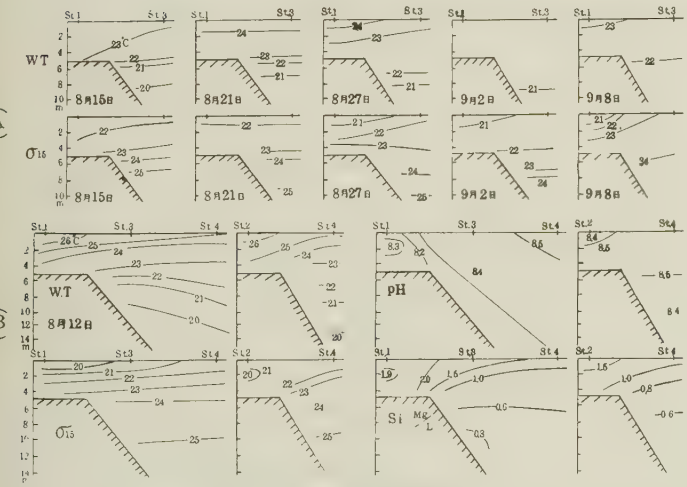
第4図 第II期の海況

(A): St1・St.3間の水温・比重, (B):7月31日の水温・比重・珪酸塩・pH

以上の事から、湾奥部の低塩分水と湾外部の低塩分水とは、明らかに独立した水塊であると考えられる。これらの水塊が最も低塩分になるのは、湾奥では7月24日頃、湾外部では7月30日頃であり、時期的なずれが認められると共に、回復の傾向も異つている。また湾外部の低塩分水塊特にSt.4にも陸水の強い影響が認められるのは、



第4図 (C): 湾内の比重の分布, (D): 7月26日寒風沢島附近の比重の分布



第5図 第III期の海況
(A): St. 1 - St. 3 間の水温・比重, (B): 8月12日の水温・比重・珪酸塩・pH

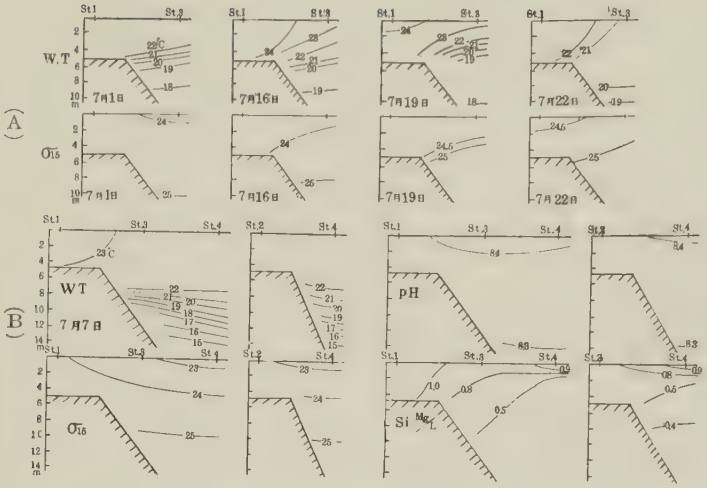
湾外の水塊の動向を示すものとして注目してよい。

第 III 期

陸水による影響から回復し、水温・比重の躍層は消滅した。また全般的に比重は湾外が高く、湾奥にかけてゆるやかな傾斜を示した。しかし**第2図**に示した各地点の水温・比重の変動に見られるように、8月24日以降は海況が不安定である。また8月30日から見られる St. 3 の水温は表層から下層まで殆んど等しく、それ以前の水温の分布状態に比べて非常に異つている。

II. 浮 游 生 物

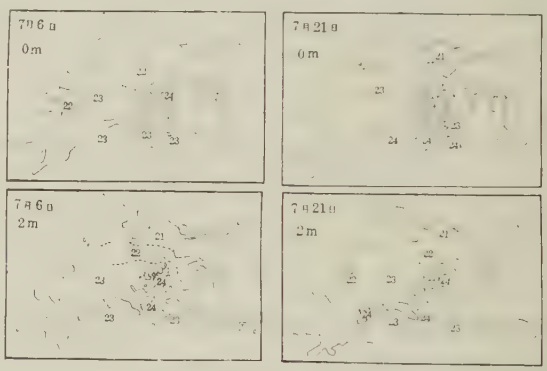
遠心分離法及び濾過法による測定結果は末尾の附表に示した。これらの方法の差異は、篩絹から



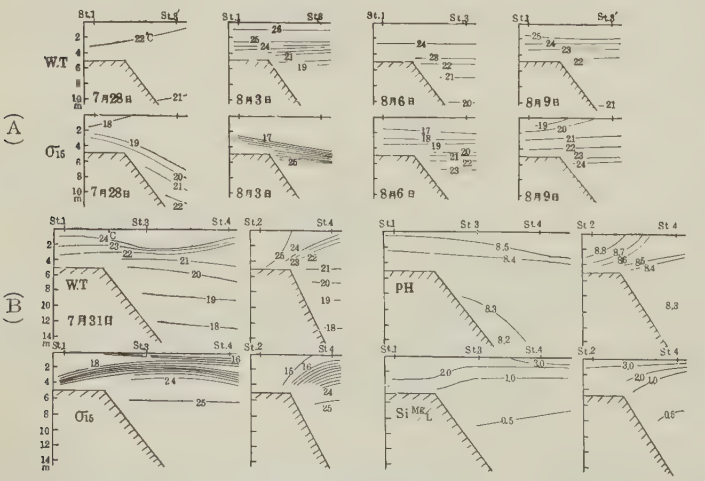
第3図　第Ⅰ期の海況

(A):St.1・St.3間の水温・比重, (B):7月7日の水温・比重・珪酸塩・pH

け始めた7月24日においては、湾奥部に流入した高城川・東名運河の陸水が湾奥表層に分布し、水道部から湾奥部にかけて著しい比重の傾斜を示している。また第Ⅰ期において認められた水道部から湾外部にかけての比重の傾斜は、比重・硅酸塩の鉛直分布においてSt.4に低塩分の陸水の影響を受けた水塊の存在を示すこと、7月26日の鰐ケ淵水道・寒風沢水道を中心として行つた特別調査（第4図. D）において水道附近の高塩分水塊を挟んで湾の内外に低塩分水塊の存在する事が認められ、明確に水道部を中心に湾奥部・湾外部にかけて比重の傾斜を認めることが出来る。また湾内の比重分布において、7月30日・8月1日・8月4日に鰐ケ淵水道周辺を中心に低塩分水塊が存在し、比重は湾奥部より湾外部においてむしろ低い値を示している。



(C): 湾内の比重の分布



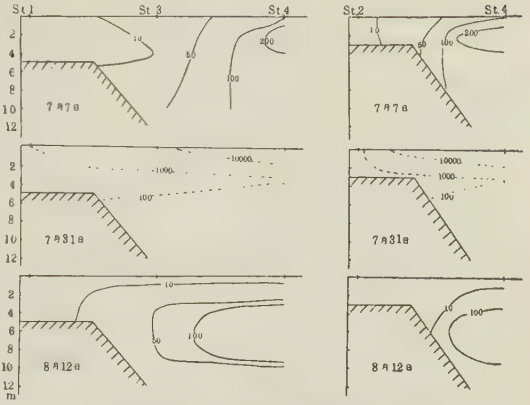
第4図　第Ⅱ期の海況

(A): St1・St.3間の水温・比重, (B):7月31日の水温・比重・珪酸塩・pH

以上の事から、湾奥部の低塩分水と湾外部の低塩分水とは、明らかに独立した水塊であると考えられる。これらの水塊が最も低塩分になるのは、湾奥では7月24日頃、湾外部では7月30日頃であり、時期的なずれが認められると共に、回復の傾向も異つている。また湾外部の低塩分水塊特にSt.4にも陸水の強い影響が認められるのは、

にはごく少数ずつ出現する。

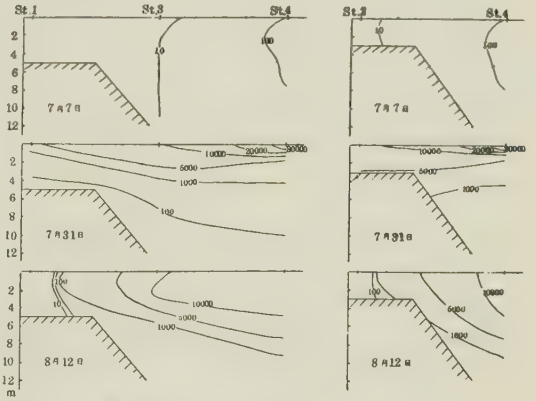
鉛直分布では、高塩分な第 I 期の 7 月 7 日には St. 3 及び St. 4 の中・下層に多く、第 III 期の 8 月 12 日には St. 3 St. 4 の中層に多く出現している。このように中層乃至下層に濃密に分布しているのが通常の分布傾向であるが、St. 2 では 8 月 15 日 St. 3 では 7 月 22 日に表層だけに著しく多く出現していたことは注目される。



第 7 図　浮游生物の鉛直分布
(A): *Ceratium* (———) 及び *Skeletonema* (……)

Chaetoceros 及び ***Skeletonema*** **(第 6 図・第 7 図・附表 5. A・B・C・D)**

Chaetoceros の優先種は *Ch. affinis* で之に時に少数の *Ch. Lorenzianus* 及び *Ch. distans* が混在した。*Skeletonema* は *S. costatum* であつた。之等は常に表層に最も多い。

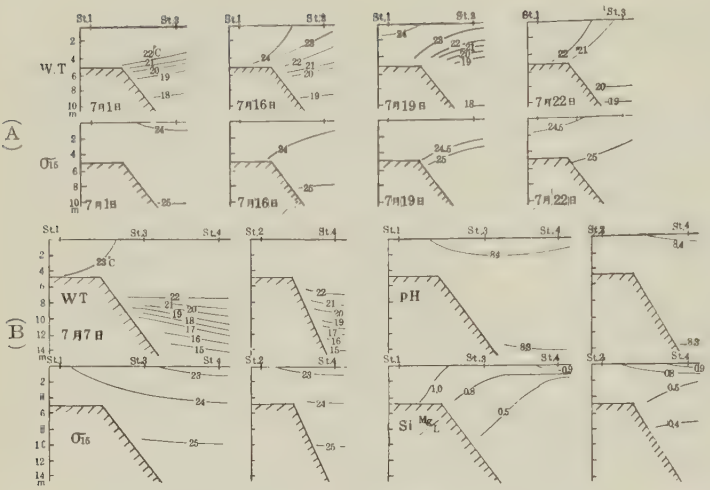


第 7 図　(B): *Chaetoceros*

全期間の変化については、大雨後 *Ceratium* の激減した 7 月 28 日から二者同時に出現し、先ず *Skeletonema*, 次いで *Chaetoceros* が著しい増殖を示した。この増殖は実に大きく、最高 *Skeletonema* は 5 万群体/L・2480 万細胞/L・*Chaetoceros* は 15 万群体/L・176万細胞/L（群体数は濾過法、細胞数は遠心分離法による）を記録し、赤潮状態を呈した。このような場合海水は茶緑色になるが、之を本報では従来この湾で呼ばれているように赤潮と呼ぶことにする。しかしこの大増殖は、*Ceratium* が全く少なくなる第 II 期のうちの比重最低期に限られ、8 月 9 日には著しく少なくなつた。8 月 9 日～24日には *Chaetoceros* は、*Ceratium* が前回より多い日には少なくなり、前回より *Ceratium* が少ない日には多くなるという増減傾向を示しながら減衰する。そして 8 月 24 日 以降は全く少ない。

次に各地点間の差異についてみると、*Skeletonema* 及び *Chaetoceros* のそれぞれ濃密な増殖が見られたのは各点共略ゝ同じ時期であるが、St. 3 では全般的な大増殖が既に見られなくなつた 8 月 9 日以降も相当数見られた。

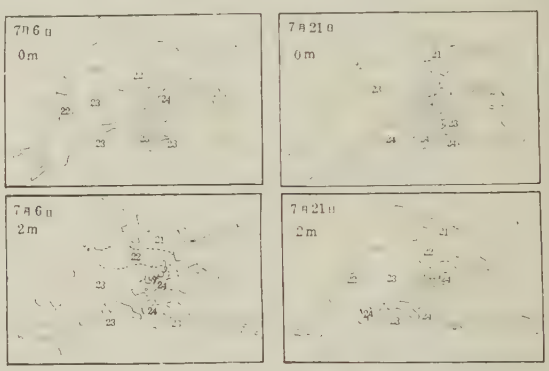
鉛直分布については、第 I 期の 7 月 7 日は *Chaetoceros* が僅かに St. 3 及び St. 4 に見られるだけであるが、低塩分の第 II 期の 7 月 31 日には *Skeletnoema* 及び *Chaetoceros* 共に 2m 層より上に著しく多く分布した。但し St. 1 では 0～2m 層にかけて著しく少ない。そしてこのような鉛直分布の傾向は第 II 期全体を通じて変らない。第 III 期の 8 月 12 日には *Skeletonema* は殆



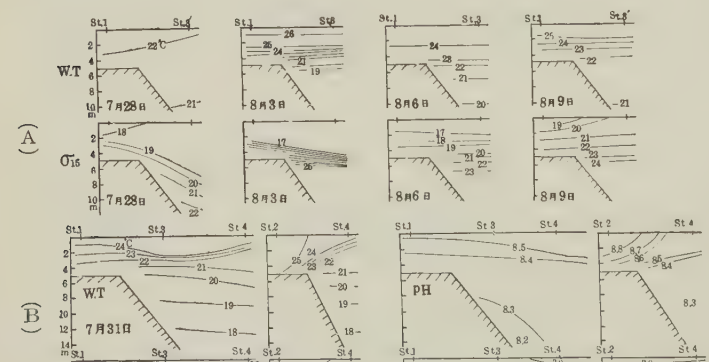
第3図　第I期の海況

(A):St.1・St.3間の水温・比重, (B):7月7日の水温・比重・珪酸塩・pH

け始めた7月24日においては、湾奥部に流入した高城川・東名運河の陸水が湾奥表層に分布し、水道部から湾奥部にかけて著しい比重の傾斜を示している。また第I期において認められた水道部から湾外部にかけての比重の傾斜は、比重・硅酸塩の鉛直分布においてSt.4に低塩分の陸水の影響を受けた水塊の存在を示すこと、7月26日の鰐ヶ淵水道・寒風沢水道を中心として行つた特別調査（第4図. D）において水道附近の高塩分水塊を挟んで湾の内外に低塩分水塊の存在する事が認められ、明確に水道部を中心に湾奥部・湾外部にかけて比重の傾斜を認めることが出来る。また湾内の比重分布において、7月30日・8月1日・8月4日に鰐ヶ淵水道周辺を中心に低塩分水塊が存在し、比重は湾奥部より湾外部においてむしろ低い値を示している。



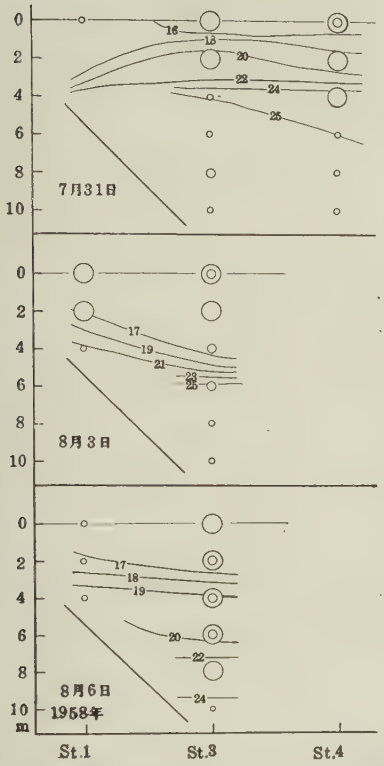
(C)：湾内の比重の分布



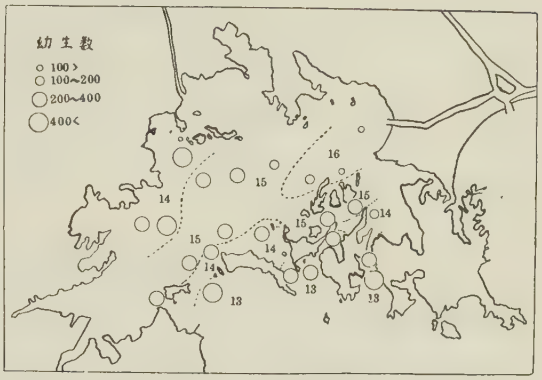
第4図　第II期の海況

(A)：St1・St.3間の水温・比重, (B)：7月31日の水温・比重・珪酸塩・pH

以上の事から、湾奥部の低塩分水と湾外部の低塩分水とは、明らかに独立した水塊であると考えられる。これらの水塊が最も低塩分になるのは、湾奥では7月24日頃、湾外部では7月30日頃であり、時期的なずれが認められると共に、回復の傾向も異つている。また湾外部の低塩分水塊特にSt.4にも陸水の強い影響が認められるのは、



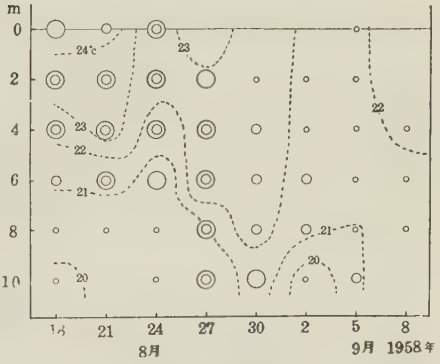
第 9 図　比重最低期に於ける力キ幼生と比重の鉛直分布
○：1～10，◎：11～30，◯:31～100，◎：101個体以上/20L l



第 10 図　8 月 1 日のカキ幼生（100L 中）と表層比重の分布

1.016 の値を示した層にも幼生は多量に浮游していた。このように比重の極めて低い層にもカキ幼生が多量に浮游していたことは、宮城県種ガキ漁業協同組合の調査結果（2m 層からネットによる鉛直採集）についてもみられる（第 10 図）。8 月 1 日のこの調査結果では、湾口部表層の比重は 1.013 台を示しているが、カキ幼生は比重の高い湾内に比べて決して少なくない。

しかし 8 月 9 日前後に St. 2・St. 3 で採集された幼生の中には、貝殻の形態に異常が認められるものが含まれていた。この異常個体は、殻高・殻長の生長が抑制されて厚みが増し、球状に近くなつた一種の畸形である。この畸形個体はほどんど殻高 200μ 位の大きさで、250μ 以上の個体では畸形は観察されなかつた。畸型個体が最も多くみられたときは、200μ 以上の個体のうちで約 60% を占めていた。この畸形幼生の附着生活への移行の過程などについては調査していないので厳密には云えないが、St. 2 の附着稚貝の中には、一部にこれらの畸形幼生の附着が見られ、附着後の貝殻の生長は特に異状を認めなかつた。以上述べたように、比重が相当低下した時期のカキ幼生の動向とその後の畸形幼生の出現は、松島湾におけるカキ幼生の生存・発育と塩分の関係を明かにする上で極めて興味深い問題であると考える。



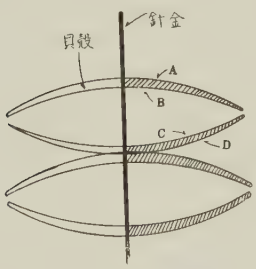
第 11 図　8 月 18 日以降の St. 3 における水温とカキ幼生の鉛直分布
○：1～10，◎：11～50，◯：51～100
◎：101～200個体/20L

上述の通り7月中旬から下旬に亙って産卵された幼生は、比重が相当低下したにも拘らず幼生の密度は減少せず、8月上旬から中旬に附着した。一方8月中旬に産卵された幼生は第**11**図に見られるように、St.3 では8月24日まで上・中層に分布していたものが、8月27日には中・下層に移り，更に 8月30日以降ではほとんど消滅し、その後は稚貝が附着しなかつた。このように8月中旬に産卵された幼生は、浮游生活の過程で消滅したが、この時期に St.3 の中・下層の水温に著しい変化が見られたことは注目される。

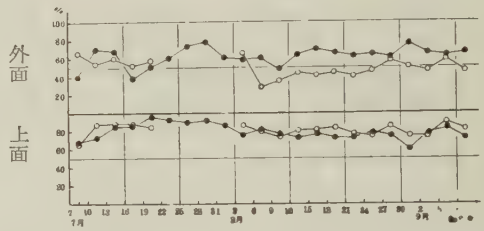
V 附着稚貝（第 8 図・附表 9）

カキ稚貝の附着量は、St.1 では8月9日垂下 12 日取上の採苗器で原板1枚当り 102 個の附着がみられた他は七変化少ない、一方St.2 では 7月22日から8月3日までは台風の為に採苗器が流出し不明であるが、その期間を除けば、8月3日から 24 日までは原板1枚当り 100 個以上の濃密な附着がみられた。St.2 では附着量の最も多かつたのは、8月6日垂下9日取上の採苗器で348個/枚、8月3日以降の附着量の総計は St.1 の5倍にあたる。このように St.1 と St.2 を比較すると、St.2 では大量附着が長期に亘り、附着量にも著しい差があつた。

次に原板の面をその向きによつてA・C面（上向きの面）とB・D面（下向きの面）に分けた場合には（第**12**図）、St.1・St.2 とも附着量は上向きの面の和の方が下向きの面の和よりも多い。し



第 12 図 採苗器断面図



第 13 図 附着面に対する カキ稚貝の附着比率
●: St. 1, ○: St. 2

かし原板の面を A·D 面(外側の面) と B·C 面(内側の面) に分けてみると、稚貝の附着量は St.1 では外側の面に多いが、St.2 の 8月6日以降については明らかに内側の面に多かつた。（第 **13** 図）。このことは、これらの2地点の環境条件又はカキ幼生の生態的特性に何らかの大きな差異のあつたことを示しているものと思われる。

考　　察

湾外低塩分水の起源と動向

沿岸水は複雑な要因によつて著しく左右され、その海況の変動を明らかにする事は難かしい。しかし沿岸生物の増・養殖過程において、沿岸水塊の動向を知ることが漁況の予報、養殖技術の上に重要な役割をはたすことは言う迄もない。

1958 年度松島湾の種ガキ採苗期の調査結果から、今迄報告されていない松島湾内・外の沿岸水

塊の複雑な変化の様相をかなり明確にする事が出来た。

即ち　第Ⅰ期の初期、降雨の影響のほとんど受けていない時期は、湾全域に亘り例年よりかなり高塩分の安定した水塊が存在していた。これは好天の影響と湾の内・外共に著るしい水塊の変動がなかつた為と思われる。しかしこの期の後半に水温・比重の変化が認められ、高塩分な沖合水の指標と考えられる *Ceratium* の増加が認められることは、松島湾周辺の海況に変動があつたことを示すものである。

第 II 期において、陸水の流入により松島湾の全域に亘つて低塩分状態を呈したが、湾奥部に流入する陸水によつて影響された低塩分水塊の他に、松島湾外に起因する陸水によつて影響された低塩分水塊が夫々独立して存在していた。特に湾奥部の低塩分状態が回復しても、なお寒風沢・鰐ケ淵水道附近に低塩分状態が引き続き存在し、7月30日には比重 1.012 のような顕著な低塩分状態を示したことと、かなり沖合の St. 4 の表層に第Ⅰ期・第 II 期とも陸水の影響を受け低塩分な水塊の存在を認めたことは相当大きな陸水の流入源が松島湾外にあつたことを示すものである。このような湾外部の低塩分水の出現は、比較的降水量の多かつた 1956年・'57年にも認められ、石巻湾に注ぐ北上・鳴瀬両河川の淡水が N・NE 風の連吹によつて松島湾に運ばれてくると云われている(宮城県種ガキ漁協組、1957)。また8月中旬宮城県水産試験場の海況調査においても宮戸島東部に低塩分水塊の存在が観測されており(宮城県水試・1959)、この宮戸島東部に形成される低塩分またこの間にみられる赤潮は湾外部水塊が宮戸島東端を迂回して来たものと考えることが出来る。表層水に最も著るしく、かなり長期間持続していた。辻田 (1955) が指摘しているように、赤潮状態を呈するためには水塊の独立性が保たれている事が必要であるが、陸水の影響をうけた湾外の低塩分水塊は閉鎖されていないで周囲と混合していくから、赤潮が持続していたのはこの水塊には相当の独立性が維持されており、また陸水の補給もあつた為と考えられる。St1・St2・St3 では8月6日以降急激な比重の回復がみられ、赤潮も既に減少したが低塩分水塊は周囲の高塩分水塊と急速に混合していつたものと思われる。*Ceratium* の出現もこの回復の過程を示すものである。

第 III 期に於いて海況に変動をもたらした大きな原因としては、湾外周辺に存在する勢力の弱まつた低塩分水塊が沖合の高塩分水塊と交互に張り出しを行つていることと、第 17 号台風の接近並びに季節風が考えられる。8月27日から30日にかけての水温の鉛直分布の変化、カキ幼生の消滅、浮游硅藻の減少等の現象から大規模な水塊の移り変りがあつたことが推察される。この場合は主として沖に向つて吹く風と関連があるものと考えられる。

附着硅藻・浮游硅藻の増殖時期の関連

調査結果に述べたように、高塩分な第Ⅰ期には浮游硅藻・附着硅藻ともに少ない。これは湾内外に硅藻増殖をもたらす栄養の供給が少なかつたためと考えられる。

第 II 期以降の硅藻類の大増殖は陸水によつて栄養が供給されたためであろう。

第 II 期においては、St. 1 では浮游硅藻の増殖は表層に著しく下層では少なく、之と反対に附着硅藻は上層では少なく下層に著しく多い。St. 2 では浮游硅藻の増殖が底層まで著しく附着硅藻の増殖は見られない。このように栄養豊富な条件の下では浮游硅藻の増殖が優先しているようである。

第 III 期に浮游硅藻の増殖が減衰するにつれて附着硅藻の附着層は拡がり、第 III 期の後期では St. 1・St. 2 とも略々表層まで附着硅藻の増殖がみとめられた。

このように浮游硅藻の増殖が優先する原因は、増殖速度が大きいためなのか、この時の環境条件に附着硅藻より適していたためなのかは判然としない。場合によっては附着硅藻が先に増殖することも起り得るかもしれないが、同様な栄養源を要求する両者の間では、栄養摂取の競合が行われ、増殖期のずれを生ずるもと考えられる。佐藤 (1958) は松島湾で neritic diatoms の増加期には benthic diatoms が減少することを見ているが、本報の結果はこのような両者の相互関係を裏ずけるものと考えられる。

上述のような関係が夏季の松島湾で常に起こるものであれば、種ガキ採苗器にヨゴレをもたらす附着硅藻増殖の指標として、浮游硅藻量を用いることが出来ると考えられる。

カキ幼生の分布

カキ幼生の密度は、St. 1・St. 2 に比して St. 3 が全期間を通して非常に高く、St. 3 では 0～6m 層に多量の幼生が存在していたことは既に述べた通りである。これらの 3 地点はそれぞれ湾内・水道部・湾外に位置しているが、この調査結果から St. 1・St. 3 をそれぞれ湾内・湾外の代表と見て、松島湾では常に湾外にカキ幼生が多いと考えることも出来るが、このような分布の様相、及びこの調査でみられた St. 1 と St. 2 の稚貝附着量と大量附着期間の差異をもたらす原因については別に報告する。

カキ幼生に対する低塩分水の影響

雨宮 (1921) は東京湾のマガキ *Ostrea gigas* の初期発生と鹹度との関係について研究し、比重 1.010～1.025 では大多数の幼生が発育し、特に 1.014～1.020 の範囲は最も成績が良いことを報告した。また佐藤 (1948) は的矢湾のマガキは 1.020 以下で幼生が育たないと云っている。一方、菊地 (未発表) は松島湾のマガキについて比重 1.015 でも発育がみられることを観察している。同じマガキでもこのように塩分限界について異った報告がみられるが、Davis (1958) によると、カキ *Crassostrea virginica* の初期発生の塩分に対する抵抗性は母貝の棲息水域の塩分によって左右されることが知られている。またカキ幼生が塩分の急激な変化に対しても抵抗力が極めて強いことは実験的に確められている。妹尾・堀・日下部 (1926) は、比重 1.0206 の流水で受精し 4 日経過した幼生は、比重 1.005 の水に移しても斃死せず、1.0107 では殆んど異常を認めないと報告している。

この調査では、7 月下旬～8 月上旬の比重の最も低下した時期でも、幼生の浮游している大部分の水域は 1.015 以上であったので、上述の菊地の実験結果からみると、殆んど影響されなかったものと考えられる。

しかし一方、カキ卵は初期発生の過程で不適当な環境の下におかれると、正常に発育せず畸形個体が現れることも報告されている。妹尾・堀・日下部 (1926) の観察によれば、比重 1.0139 まではあまり畸形は現れないが、1.0119 の場合には全個体が畸形になっている。したがって、本調査で比重 1.012～1.013 の低塩分水の影響を受けた St. 2・St. 3 に比較的多量に観察された畸形的幼

生も、当時の低塩分が原因であつたと考えられる。この点では7月下旬から8月上旬にかけての低塩分は、カキ幼生の発育に対してかなりの影響があつたものとみなければならない。

この調査で観察された畸形幼生は、殻高150μ程度以下では見られなかつたが、これはこの大きさで畸形が存在しなかつたものなのか、或いは特長がめだたなくて見逃がされたものなのかは、確信がない。250μより大きな幼生の中には畸形が認められなかつたが、これは畸形幼生が約200μで附着生活へ移行したか、或いは死滅した為と考えられる。また既に述べたように、畸形幼生でも附着生活に移行している個体は認められるが、総ての個体が附着生活へ移行出来る能力を持つに至つたかどうかは不明である。

以上の事を綜合すると、松島湾では比重1.015という値は、カキ幼生が発育可能な最低限界に近い値であると推論することは妥当であろう。

カキ幼生と赤潮

浮游硅藻による赤潮の中に、カキ幼生が多数分布していることは既に述べた通りである。小金沢(1958)は赤潮発生時にはカキ幼生の減耗が見られたと報告している。本調査で低塩分水中に分布するカキ幼生に畸形が現れたことは既に述べた通りで、この低塩分水中の赤潮による影響が全くなかつたとは云い難い。しかしこの調査の場合赤潮の影響があつたとするならば、カキ幼生の鉛直移動力と硅藻の著しく表層に多い分布からみて、カキ幼生がavoiding reactionを起こして表層の低塩分な赤潮海水から下層の高塩分な硅藻の少い海水に移動することも考えられるが、このような事実は認められなかつたし、比重の場合のような明確な実験結果がないので、この赤潮が特に被害を与えたと論証し難い。

一般に原生動物の赤潮では他の生物に及ぼす被害は大きく、硅藻では少ないと云われている。これ以上の大規模な赤潮や原生動物の赤潮についても同様に考えることは危険であるが、硅藻大増殖とカキ幼生の関係を示す一例にはなると考えられる。

結　　び

松島湾の海況は外洋と内湾との関連性、水塊の性状及び気象条件によつて理解せねばならない。また種ガキ採苗に関する諸問題も、海況と生物の相互関係によつて綜合的に解明されるものであろう。

本調査によつて著るしい降雨時期には、松島湾奥部に形成される低塩分水塊の他に、湾外から入込む低塩分水塊が出現し、松島湾内・外部の比重の低下は勿論、その他の物理・化学的環境条件の変動、栄養の補給、生物の異常増殖等の大きな影響を与えていることが認められた。しかし湾奥部の陸水の流入量を考えると、特殊な場合を除いては、湾の内・外部に及ぼす影響の程度、その回復の過程は、松島湾外の低塩分水塊の動向によつて著しく左右されるものと思われる。その規模は陸水の流入量に、その動向は潮汐・風によつて影響されることが考えられる。したがつてこの水塊の性質及び出現の機構について更に研究を進める必要がある。

また本調査によつて松島湾の種ガキ採苗期の海況予報の基礎資料を得たこと、カキ幼生が湾外部の水域に高い密度をもつて分布していること、現場のカキ幼生の生存可能な比重の最低値を究明し

たこと、例年夏期に水道部周辺にみられる赤潮についてその起因を明らかにしたこと、種ガキ附着を阻害すると思われる採苗器原板のヨゴレの時期を浮游硅藻によつて指標する可能性をみいだしたことは、今後の種ガキ採苗技術に応用出来るものと思われる。

摘　　要

1958年7月1日より9月初旬にかけて、水温・比重・pH・硅酸塩・浮游生物・カキ幼生・カキ附着稚貝・附着硅藻の調査を、湾口・湾外部を主にして行つた。この調査結果と宮城県種カキ漁業協同組合の行つた湾内調査を併せて考察し、次の結果を得た。

1. 湾奥部の低塩分水塊とは別に、湾外には別系統の低塩分水塊が存在する。
2. この低塩分の水塊の動向によつて、湾内・外の環境条件は大きく影響される。
3. 例年湾口部に見られる赤潮はこれによつて起される。
4. しかし、この赤潮のカキ幼生に及ぼす被害は論証し難い。
5. 浮游硅藻はその減衰後附着硅藻が増殖するので、種ガキ採苗器のヨゴレ発生時期の指標とすることができる。
6. カキ幼生は湾外部に高い密度をもつて分布する。
7. カキ幼生中に畸形が出現したが、これは低塩分のためと考えられる。
8. 松島湾におけるカキ幼生の生存可能な最低比重は1.015に近い値と考えられる。

参　考　文　献

雨宮育作 (1921) 牡蠣の発生初期に就いての観察及びその鹹度との関係. 水産学会報 3 (3)

Davis, H. C. (1958) Survival and growth of clam and oyster larvae at different salinities. Biol. Bull. 114 (3)

——— · R. R. Guillard (1958) Relative value of ten genera of micro-organisms as foods for oyster and clam larvae. Fish. Bull. 58 (136)

花岡　資 (1947) 千曲川の水理生物学的観測. 日水会誌 13 (4)

平野礼次郎 (1957) 赤潮に関する研究－I. 東京湾奥部における夏季硅藻の大増殖と赤潮について. 水産学集成. 東京；東大出版局.

今井丈夫・畑中正吉 (1949) 無色鞭毛虫によるマガキ (Ostrea gigas Thunb.) の人工飼育. 東北大農研彙報 1 (1)

——— · 中村吉治 (1955) 養殖段階における自然と経済の循環構造. (プリント)

伊藤隆・岩井寿夫 (1956) 養鰻池の水変りに関する研究. V. Brachionus plicatilis による "水変り" 過程における水質の変化. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie 2 (2)

菊地省吾 (1960) 松島湾におけるカキ幼生の分布に関する考察. 東北水研報告 (16)

——— · 佐藤重勝・奥田泰造・谷田専治 (1958) 塩酸による種ガキ採苗器の洗滌について. 東北水研報告 (11)

木下虎一郎 (1951) 北海道浅海増殖害敵生物篇. 小樽；左文字書店

気象協会仙台支部 (1958) 宮城県気象月報

小金沢昭光 (1958) カキ種苗の初期減耗. 水産増殖シンポジウム. 種苗の初期減耗に関する諸問題講演要旨. 水産増殖談話会.

Lucas, C. E. (1958) External metabolites and productiuity. Rap. et Proc-Verb. 144

宮城県水産試験場 (1958) 松島湾の水理と生産力 (プリント)

——— · 東北大学・東北海区水産研究所 (1957) 松島湾種がき斃死原因調査報告書. (リプント)

宮城県種牡蠣漁業協同組合 (1957) 松島湾に於ける種牡蠣採苗について. (プリント)

——— · (1958) 松島湾牡蠣幼生浮游状況調査表. (プリント)

中村中六 (1957) 塩分含有池中の養魚に関する研究. 水産学集成. 東京 ; 東大出版局.
二国二郎 (1953) にがしお. 自然 8 (5)
大泉重一 (1953) 種ガキ生産に関しての松島湾の生態調査. 生態学研究. 13 (3)
佐藤忠勇 (1948) まがき幼生の成育と表層水温比重との関係. 水産研究会報. 1 (1)
佐藤重勝 (1958) 附着硅藻の生態学的研究, 特に浮游・底棲硅藻との関係について, 第1報 塩釜湾における附着硅藻の季節的変化の概況. 東北水研報告. (11)
妹尾秀実・堀重蔵・日下部台次郎 (1926) 「まがき」卵ノ発生ト温度温比重トノ関係. 水講試報告. 22 (3)
高槻俊一 (1949) 牡蠣. 東京 ; 技報堂.
辻田時美 (1955) Plankton の異常繁殖特に赤潮 (苦潮) の研究. 西海水研報告. (6)
――― · (1956) Plankton の異常繁殖とその随伴現象の研究. 同誌 (10)

附表 1　水温測定結果

月日 ＼ 地点 ＼ 水深(m)	St. 1 桂島地先			St. 2 元屋敷地先		St. 3 舟入島附近					
	0	2	4	0	2	0	2	4	6	8	10
7. 1	22.4	22.5	22.4	21.8	21.8	22.2	22.2	21.8	18.7	18.1	17.2
4	22.8	22.8	22.7	22.8	22.8	22.2	22.0	22.0	21.0	17.6	15.2
7	23.4	23.4	23.4	22.8	22.8	22.6	22.7	22.7	22.4	21.5	16.8
10	23.2	23.2	23.2	23.6	23.6	23.0	23.0	22.9	22.1	18.4	17.6
13	22.8	22.8	22.7	22.1	21.8	21.9	21.8	21.8	21.7	19.4	17.7
16	24.6	24.0	24.0	24.8	23.9	23.0	22.2	21.1	19.6	19.4	18.6
19	24.2	23.6	23.6	23.4	22.0	23.1	22.3	19.0	18.2	18.0	18.0
22	22.4	22.3	22.2	21.4	21.1	20.8	20.4	20.4	20.4	20.1	19.0
25	22.0	22.8	22.4	※22.3	22.0	／	／	／	／	／	／
28	22.3	22.0	22.6	※21.6	21.4	※22.6	21.8	21.5	21.4	21.2	21.0
31	24.5	23.8	21.8	25.8	25.6	24.6	24.4	20.3	19.4	19.4	18.4
8. 3	26.0	25.7	22.5	26.9	26.8	26.4	25.6	20.8	18.6	18.6	18.4
6	24.6	24.4	23.6	24.7	24.8	24.7	24.6	23.2	21.8	20.4	20.0
9	25.0	24.0	22.8	26.4	25.1	※25.1	25.0	22.0	21.2	21.0	21.0
12	26.9	25.0	23.8	26.8	25.4	25.2	23.9	23.0	21.1	20.4	19.7
15	23.4	23.2	23.0	23.6	23.2	23.0	22.7	22.4	20.8	20.0	19.8
18	24.4	24.2	24.2	25.0	24.6	24.2	23.4	23.3	21.2	20.4	19.8
21	24.4	23.8	23.6	24.4	24.4	24.2	23.7	23.3	21.4	20.6	20.5
24	22.7	21.9	21.3	21.8	21.6	20.0	22.1	21.7	20.9	20.7	20.3
27	24.0	23.2	22.6	23.8	23.2	23.8	22.6	22.5	22.3	21.0	20.6
30	22.6	22.4	22.3	22.4	22.1	22.3	22.3	22.3	22.1	22.2	21.4
9. 2	21.7	21.8	21.8	21.4	21.4	21.8	21.8	21.8	21.6	20.1	20.7
5	21.6	21.8	21.9	21.7	21.7	21.8	21.9	21.8	21.9	21.0	21.0
8	24.0	22.4	22.2	24.2	23.2	22.8	22.7	22.2	21.7	21.6	21.6

月日 ＼ 地点 ＼ 水深(m)	St. 4 宮戸島沖						
	0	2	4	6	8	10	15
7. 7	22.7	22.3	22.2	22.1	21.9	19.8	14.8
31	24.6	21.8	21.6	20.4	19.3	18.6	17.7
8. 12	25.0	23.8	23.2	22.0	21.8	20.4	19.5

／印　欠測

※印　St. 2′. 3′ の観測を示す。

附表 2　比重測定結果

月日 ＼ 地点 ＼ 水深(m)	St. 1 桂島地先			St. 2 元屋敷地先		St. 3 舟入島附近					
	0	2	4	0	2	0	2	4	6	8	10
7. 1	24.01	24.05	23.98	24.25	24.25	23.93	24.41	24.41	24.71	24.65	24.96
4	23.92	23.92	24.95	24.00	24.13	23.55	23.97	24.03	24.30	24.80	25.25
7	23.99	23.99	24.09	23.69	23.79	23.20	23.86	23.99	24.12	24.29	25.20
10	23.54	23.34	23.14	22.82	22.82	22.94	22.53	22.84	23.54	24.77	24.87
13	23.12	23.25	23.17	23.59	23.72	23.56	23.42	23.69	23.76	24.63	25.13
16	23.67	23.77	23.95	23.96	24.24	23.67	24.24	24.38	24.75	25.01	25.11
19	24.05	24.12	23.98	24.44	24.55	24.09	24.41	25.20	25.41	25.26	25.56
22	24.18	24.64	24.64	25.08	24.90	24.84	24.84	25.14	25.10	25.34	25.10
25	20.10	22.66	23.73	※22.20	22.79	／	／	／	／	／	／
28	17.43	18.62	21.31	※16.55	16.53	※18.19	18.07	18.79	18.92	20.31	22.05
31	17.13	17.33	22.23	14.07	14.59	15.58	21.51	24.97	25.04	25.40	25.76
8. 3	16.06	16.54	21.19	16.02	16.32	16.12	16.54	16.57	25.34	25.44	25.66
6	16.64	17.08	19.61	15.17	15.09	16.11	16.14	19.39	23.29	24.37	24.77
9	18.61	20.71	22.60	19.92	21.01	※20.19	20.32	23.49	24.22	24.64	24.51
12	19.47	21.16	23.00	21.06	20.86	20.29	21.39	23.43	24.67	24.90	24.97
15	21.42	21.67	22.72	22.05	22.60	21.90	22.69	23.11	24.85	25.30	25.08
18	21.76	22.03	21.86	21.76	21.66	22.13	22.36	22.76	25.00	25.34	25.34
21	21.85	22.52	22.74	21.72	21.65	21.67	22.52	22.94	24.67	24.67	25.19
24	21.75	23.39	24.59	22.99	23.61	24.41	23.81	24.21	24.65	24.92	25.05
27	20.32	21.27	23.06	22.23	22.43	21.89	22.82	22.92	23.36	24.55	25.00
30	21.67	22.27	23.55	21.50	22.63	22.88	22.93	22.81	22.98	23.21	24.10
9. 2	20.49	21.25	21.68	21.24	20.49	21.18	21.58	22.00	22.20	24.06	24.66
5	20.29	20.89	21.21	20.79	20.29	20.79	21.21	21.41	22.03	24.86	24.69
8	20.29	22.33	23.65	23.79	23.89	23.35	23.05	23.62	24.23	24.46	24.66

附表 2　つづき

月日＼地点・水深(m)	St. 4 宮戸島沖						
	0	2	4	6	8	10	15
7. 7	22.74	23.84	23.86	24.26	24.49	24.95	25.47
31	15.92	19.37	24.22	25.04	25.14	25.44	25.76
8. 12	21.21	22.96	23.06	24.18	24.67	25.10	25.30

附表 3　pH 測定結果

月日＼地点・水深(m)	St. 1 桂島地先			St. 2 元屋敷地先		St. 3 舟入島附近					
	0	2	4	0	2	0	2	4	6	8	10
7. 1	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／
4	8.3	8.3	8.3	8.4	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.2	8.2
7	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.3	8.3	8.3	8.3
10	8.2	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.3	8.3	8.3	8.3
13	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.3	8.4
16	8.4	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.3	8.3
19	8.3	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.5	8.4
22	8.3	8.2	8.1	8.2	8.1	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4
25	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／
28	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／
31	8.5	8.4	8.3	8.8	8.8	8.5	8.4	8.3	8.3	8.3	8.2
8. 3	8.7	8.6	8.4	8.7	8.7	8.8	8.7	8.3	8.3	8.3	8.3
6	8.4	8.4	7.9	8.6	8.6	8.7	8.7	8.5	8.5	8.4	8.4
9	8.3	8.4	8.4	8.5	8.6	※ 8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.3
12	8.2	8.3	8.2	8.3	8.5	8.4	8.4	8.4	8.4	8.3	8.3
15	8.2	8.3	8.2	8.4	8.4	8.4	8.3	8.4	8.4	8.3	8.3
18	8.3	8.3	8.3	8.4	8.5	8.6	8.5	8.4	8.4	8.4	8.3
21	8.2	8.2	8.2	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5	8.5	8.4	8.4
24	8.2	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
27	8.1	8.1	8.2	8.2	8.3	8.2	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4
30	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.2	8.2	8.2
9. 2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.4	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
5	8.2	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.5	8.4	8.4	8.4	8.4
8	8.2	8.4	8.4	8.4	8.4	8.3	8.3	8.4	8.5	8.4	8.4

月日＼地点・水深(m)	St. 4 宮戸島沖						
	0	2	4	6	8	10	15
7. 7	8.4	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.2
31	8.5	8.5	8.3	8.3	8.4	8.3	8.3
8. 12	8.5	8.5	8.5	8.4	8.4	8.4	8.4

附表 4. A.　浮游生物数，遠心分離法　St. 1 (桂島)　　(註)　1cc 中の個体数，細胞数を示す。斜線部は採集なし。

生物	水深	月日 7.1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	8.3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	9.2	5	8
Monas	0	640	920	300	1160	2040	2560	840	1200	880	800	6200	560	600	1040	1720	2000	920	1200	2080	1640	1040	200	1760	640
	2	200	1960	360	2640	2440	960	1240	840	520	760	6120	3000	560	1600	1600	720	560	720	2080	800	640	240	1680	200
	4	480	1160	200	640	760	1320	880	240		560	1480	680	640	480	720	1440	1360	560	640	800		280	1760	480
その他の原生動物	0						80					440		80	80		40		200					120	
	2										160	160		80		40									
	4											80		80										40	
Chaetoceros	0											520	80	120											
	2											40	400	240			160	240							
	4											40					160	120							
Skeletonema	0										1360	28400	1640	400	120	80	280				80				80
	2										240	16400	4960	160			120	120		320		40			
	4											5240	2520	240				120		160					
その他の珪藻類	0			80			40	240	200	40		400	1360	320		80		40		40	80	40			
	2						80	120	240	240		240	720	280	80	40	40	60		40					40
	4	80					40	200	40	400			760	440	120		40	40		40	40			40	
その他	0											120			40			80			40		80		80
	2																						40		40
	4										200		40						80						80

附表 4. B.　浮游生物数，遠心分離法　St. 2 (元屋敷)　　)註)　※ は St. 2′ (安勢ヶ浦) の調査による。

生物	水深	月日 7.1	4	7	10	13	16	19	22	※25	※28	31	8.3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	9.2	5	8
Monas	0	480	280	280	2160	1240	920	1880	240	1080	1240	2400	1440	320	1280	600	400	440	1120	1120	880	1080	240	3102	640
	2	400	520	310	1120	920	1160	320	320	960	1720	2690	640	880	1360	600	480	1680	1360	800	880	600	240	1040	360
その他の原生動物	0				40		40				160	800	160		40	80								400	
	2				240						120	320		40						40			40	80	
Chaetoceros	0									80	320	120	1200	360		360			120						
	2									40	200		1080	480		160									
Skeletonema	0										1200	3120	960	720	80				960		120	120		40	
	2										2880	5680	760	200	160			400	400						
その他の珪藻類	0				80	160	120	200	160	120	240	920	820	80	200	40		600	600	40			40		
	2					200	40	80	160	280	800	420	480	240	160			640	160	120	120		120		
その他	0			40									40							80	40		40	80	
	2																								

生物	水深	月日 7.1	4	7	10	13	16	19	※28	31	月日 8.3	6	※9	12	15	18	21	24	27	30	月日 9.2	5	8
Monas	0	160	2960	960	2400	1320	1320	880	960	2280	720	1200	880	2080	1920	2400	1200	1200	1440	2800	960	1600	1760
	2	400	2120	280	1920	1480	1880	1280	1840	4160	960	600	800	560	480	1680	720	880	3440	1120	3040	2720	2480
	4	320	1320	1040	2600	1560	680	3240	360	2120	760	960	800	720	400	2080	1120	800	840	1560	830	1840	1200
	6	360	1840	560	1560	1320	2600	1040	960	1520	520	960	1280	160	320	2800	1040	1280	1440	840	1160	480	720
	8	280	/	/	/	/	/	/	880	1680	920	920	/	320	/	/	/	/	960	800	520	320	880
	10	200	920	320	440	1800	2200	2000	720	/	880	1120	960	400	400	1600	560	720	720	640	480	720	280
その他の原生動物	0					40					40	40	40	80	40		40	160	40	40		120	160
	2				80						40		40						80				40
	4										40		80						80	40			
	6											40	120					40		40			
	8		/	/	/	/	/	/	280				/	40	/	/	/	/		40			40
	10				40					/			40										
Chaetoceros	0										1760	1680	120	200	240	400	240	920		40			
	2										1480	320			160	280		440	120		150	80	
	4					80					1000	160				560	120	280	200	80			
	6				80				120			200		120		1440						360	
	8		/	/	/	/	/	/	40		80	80	/	280	/	/	/	/	420				
	10					280				/		120		360									
Skeletonema	0								1800	24680	320	800		120	160	640	80	240					
	2								760	19080	6080	1760				400	160	240	320		320	120	560
	4							130	1600	7440	2080	1320		120	80	1680	400		80			120	200
	6								1600	200	200	1160	80			480	80		640		80	320	
	8		/	/	/	/	/	/	1880	400	160	800	/		/	/	/	/			400	160	
	10				80	40			760	/	160	720		80	160	280	40	400			200		
その他の珪藻類	0	120			160	80	440	440	240		320	1480	160	40	80	160	40	160	40	240	40		
	2					80	80	160	1040		440	1640	80	80	40	280		200	40	240	240	40	80
	4					200	40	200	80		1480	640	200	120		160	120	160	80	160		80	80
	6				80	40	120	40	160		80	320	480	80	80	160	40	40	120	80	40		120
	8	40	/	/	/	/	/	/					/	80	/	/	/	/	160	160	80		
	10		80		80	80	200	400	160	/	80	120	120	80				40	40		80	40	
その他	0												80	80			80	40		40	120	40	
	2				40	40								80		200	40	40	120	160	160		160
	4				80								80			40			40		80	40	
	6				40				40		40		120					80					
	8		/	/	/	/	/	/		/			/	80	/	/	/	/		80	40		40
	10																			40	40		

附表 4. D.
浮游生物数，遠心分離法
St. 4 (沖)

生物	水深	月日 7.7	7.31	月日 8.12
Monas	0	760	1400	2000
	2	760	2480	640
	4	880	1280	400
	6	440	1800	560
	8	／	2360	680
	10	1040	2120	640
	15	／	880	／
その他の原生動物	0		200	40
	2		40	
	4	40		
	6			40
	8	／		
	10			
	15	／	40	／
Chaetoceros	0		200	1680
	2		120	1280
	4	80		240
	6			160
	8	／	80	160
	10		40	40
	15	／		／
Skeletonema	0		12520	640
	2		15680	
	4		160	
	6		200	
	8	／	120	
	10		240	120
	15	／	80	／
その他の珪藻類	0		520	480
	2		560	80
	4		120	560
	6		240	160
	8	／	150	80
	10		440	
	15	／	40	／
その他	0			
	2	80	160	
	4		40	
	6			
	8	／		
	10	40		

附表 5. A.　浮游生物数，篩絹濾過　St. 1 (桂島)

(註)　1L に換算して示す。但し群体をなすものは群体数，斜線は採集なし。

生物	水深	月日 7.1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	月日 8.3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	月日 9.2	5	8
Chaetoceros	0										80	4930	14470	150	1270			50	30			10		10	
	2										40	740	9550	20	80	10		70	220			30		30	50
	4										10	50	200	60			10	100	30		10	50	10		60
Skeletonema	0										110	970	90											10	
	2										40	610	60									10			
	4										30	300	160	10								10	30		
その他の珪藻類	0										20	1290	440									10			
	2				20	290					10	150	470	10											
	4		20	20	20	80					30	10	70								10	160	90		10
Ceratium	0	2	2	1			24	2	2		3	2			12		5								
	2	1		2			8	2	2		3			1			2								
	4		2					1									2								
Tintinopsis	0	5									12	1	3		1			3		1	6				
	2	2					1	2			2		1												
	4		1				2												1						
その他の原生動物	0						1				4		1		1										
	2			3				3																	
	4																								
Oithona	0	18	1	6		15	37	21	5	6	2		5	7	6	1	6	2			4	14	3	6	2
	2	12	10	12	15	11	17	34	10	2	11	4	10	23	11	13	7	2	3	2	4	2	5	5	4
	4	2	17	2	10		8	19	6	1	11	5	1	36	2	18	5					4		1	6
Paracalanus	0							1				5	1		2									7	1
	2	1					1	2					1		1										
	4								1																
その他の橈脚類	0	1	5	9	3	1	3	1		1							1								
	2	21	4	9	2	18	8	2							2										
	4	10		1	2		2	1	1	22															
Copepoda nauplii	0	15	1		7	14	22	9	7	1	13	2	42	6	15	5	5	5	3		3	3	3	5	
	2	10	3	6	9	9	8	10	2		4	2	24	2	1	2	27	1	1	1		2	3	1	
	4		3	9	11			2	4		3	1	6	1	5	25	3	1	1	1		1	2	2	
Bivalve larvae	0	16	3				3		3	2		3	2		5			2		1					
	2	2	3			1		8					2		1		3	1	2						
	4		2					1												1					
その他の幼生	0	2			1		2	1			1	13			1										
	2	12	1	1	2	1	1	1													3				2
	4	2	3	2						1	2	2													

附表 5. B.　浮游生物数，篩絹濾過　St. 2 (元屋敷)　(註) ※ は St. 2′ (安勢ケ浦) の調査による。

生物	水深	月日 7.1	4	7	10	13	16	19	22	※ 25	※ 28	31	月日 8.3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	月日 9.2	5	8
Chaetoceros	0										520	5380	57750	56000	1020	20	110	1760	1070		10	30		10	30
	2										410	4990	46070	51000	440	70	390	5090	1660		20	40		10	110
Skeletonema	0										520	310													
	2										360	730	700		10										
その他の珪藻類	0		10								240	1120	760	50								10	10	50	
	2			10	100						180	1200	1870	40							40		20	20	10
Ceratium	0	4	2	4	2	26	8	2	3	44	3						285	2	4	6	2				
	2			5	3	30				55	7						15			2					
Tintinopsis	0										2								13			5			
	2							1			2								29	1					
その他の原生動物	0	10				5	1			5	6	3							1	8				1	1
	2					2					1	2							1	3					
Oithona	0	6	6		1	2		4	1	2		1	2	17		7	2	6	2	10		2	3	2	3
	2	2	1			3	2	2		5		1	3	16	5	5	3	1		8	5	4	2		7
Paracalamus	0	1	1		1		1	1		1				11		1		1		10	1	1			
	2			1		4	1		1			1		1			1		1	3					
その他の橈脚類	0	3	2	1		4	1	1		321							1	4	17	17					
	2	6				16		3	2	18					1	1	3	1	14	9	1				
Copepoda nauplii	0		3	4	6	8	3	4	1	191	12			9		5	10	8	10	3		7	4	10	1
	2	3	3	4		6		1		23	1		3	17	10	6	16	2	10	1		1	3	2	7
Bivalue larvae	0	21	3	4	2	4		1		221	3		20	22			1		7	4	1	1	2	3	
	2					2		2		34	3		7	3	4	3		3	2	1			1		
その他の幼生	0	2	1	4	3			2		3		2		2		2	1		2	2			1	10	1
	2	8		2	1	8				2				2		4	1		2	7		2	2	2	1

附表 5. C.　浮游生物数，篩絹濾過　St. 3 (舟入島)　　(註) ※は St. 3′ (石浜) の調査による。

生物	水深	月日 7.1	4	7	10	13	16	19	22	※ 28	31	月日 8.3	6	※ 9	12	15	18	21	24	27	30	月日 9.2	5	8
Chaetoceros	0		10		30	240	50	10		620	9700	31570	154000	4190	9070	840	11990	5340	980	20	30	70	240	320
	2	10	10	10		130	30			270	7380	28930	133000	7440	12050	940	4290	6500	830	50	230	600	80	410
	4			10	30	330	20	10		410	590	2050	19980	540	5080	370	9540	2030	660	130	110	290	70	720
	6			10	20	120				190	20	110	14580	820	650	60	170	1860	130	80	290	110	60	1220
	8									90	100	40	1690		170	80	150	640	60	70	50	60	90	800
	10			10	10	50		10		150	40	30	950	1160	160	30	300	100		50	120	20	50	530
Skeletonema	0									400	5040	170	30				10		40			10		60
	2									170	1110	620	10					90	10	10	20	60	10	40
	4									230	160	120	20		10		30	20	10	40	10	30	30	
	6									130			50				30	40	20	30	30	10	10	
	8									90		10	20				10		10			100		
	10									60			10				10					20		
その他の珪藻類	0									80	6160	1360	10				10	10	20	10	10		40	10
	2									80	3590	3150	40		60		30	110	50		10	10	10	
	4						10	20		70	230	100	130	10			10	30						
	6						10			30			200	20				60			10	10		10
	8									10	10		50											
	10				70		30	10		10	20		60	20								10		
Ceratium	0	70	23	21	30	77	8	1	415	5	1		1	29	2	75		12	11		7	1	2	4
	2	88	41	11	25	89	22	13	10	5	1		33	83	23	75		21	34	15		1	1	
	4	68	29	10	30	160	43	84	1	3		14	3	70	77	54	9	34	42	8	4			5
	6		60	30	642	96	148	324	16				134	172	48	21	107	74	22	4	6			
	8									1	2				61	6	9	31	1	6	1			
	10		12	44	14	420	187	237	27					127	42	11	6	10		5				
Tintinopsis	0	1	1					1	15	11	2	2	1	3	3		8	18	34	2	13		4	19
	2		6	1			1	3	5	10	1			6	1		4	13	8	19	7	12	1	10
	4	2	5	3		1		2	3	2	3	4	5	3	4	2	11	11	11	31	18	5	3	1
	6			5	29		1	21	4	2	2		14	2	6		29	26	19	11	12	6	4	3
	8									1	2		1		2		1	21	3	7	4	9	19	5
	10			5	6	14	2	6	9					2		1	3	11	1	8			9	7
その他の原生動物	0	3	1	5		4	1		4	5	8		1			1		16	42	4	3		1	27
	2	2		2		5	2		3	6				2	1	4		5	34	21		1		44
	4	3	4	1	2	4		1	1					1	1	1			7	13	2	1		10
	6			1	1		4							1		1				2	1			2
	8									1								3			1			1
	10		4		3	9																		3
Oithona	0	1	9	2	1	5	1	2	2		16	56	63	4	10	24	19	26	11	1	10	1	17	6
	2	2	7	4	4	4	6	3	13		7	29	65	38	25	20	25	37	12	43	17	38	92	13
	4	5	34	4	8		2	2	14	3	5	9	28	11	13	14	15	9	19	38	13	39	8	14
	6		3	1	52		2		12	3	1	1	48	23	10	7	32	18	30	14	20	38	16	43
	8									1	4	1	11		7	8	11	19	13	15	6	25	41	47
	10		3	5	1	2	4	2	5	9	2	1	8	11	8	4	17	8	5	3	23	5	12	21

附表 3. C. つづき

生物	水深	月日 7.1	4	7	10	13	16	19	22	※ 28	31	月日 8.3	6	※ 9	12	15	18	21	24	27	30	月日 9.2	5	8
Paracalanus	0			6	1	2					6	2	10	3	3	1	1	2						1
	2	1		1	1	3	12	1	1	1	2	7	2	1	1	2	1	2	4	4		1		
	4	1	3	1	2	1	4	2	2		4	5	7	1	1	3	1	2	4	2		1		
	6	／	1	2		1	2		1	1	1		2	1			1	6	2			1	3	
	8	／	／	／	／	／	／	／	／	2		2	1	／	1	1	2	4		2	1	1	2	
	10	／	1	3		2	2	5		1			4			2			4	1		1	1	
その他の橈脚類	0	2		1	8	4		1	3			1	1	4		3	2	2	17					1
	2	3		1		4	1		5		1		2	5		8	29	4	103	2	3			
	4	2	1		3		4	1	4		2		1	3	1		10	3	12	4	5	4		5
	6	／			7	1	8	2	5			1	22	3		1	5	2	1		2	1		1
	8	／	／	／	／	／	／	／	／		2		13	／				1				1		1
	10	／			6		3	2			1	1	7	1		2	1							
Copepoda nauplii	0	9	8	2	6	17	2	4	2	32	12	21	25	8	11	43	16	32	11		6	2	15	4
	2	3	9	13	11	19	5	2	1	26	7	45	22	34	8	18	11	23	5	12	10	15	17	18
	4	4	11	7	7	11	1	2	1	5	5	30	22	5	6	5	7	8	10	11	7	6	2	20
	6	／	4	9	53	8	7		1	4	2	1	24	10	11	1	17	12	2	3	5	5	4	19
	8	／	／	／	／	／	／	／	／	1	5		22	／	6	1	5	5	1	2	2	6	3	12
	10	／	4	37	20	8	5	3	2	5		1	1	2	2	4	1	3	1	5	1		1	9
Bivalve lavae	0	1				5	2		1	5	1	1	13	3	8	1	20	3	18			1	1	
	2		6		2	4		3	15	2	2	1	8	7	3	2	15	20	33	13		2	1	
	4	3	2			2		2	12	2		1	4	3	2	1	8	21	23	24	4	1		1
	6	／	3		3	2	1		12		2		27				15	16	9	13	2			1
	8	／	／	／	／	／	／	／	／		2		8	／		1	1	3	1	3	2	2		2
	10	／	1		1	2	2						1	1			3	1		6	10	2		
その他の幼生	0									1				1			1	1	1				1	
	2								1					1		1		2	1	2				
	4		1			1	1								3	2	3	1		1				
	6	／	1			1	2						1	2		1	3		2					1
	8	／	／	／	／	／	／	／	／				1	／	2	1		2						1
	10	／					3					1					1							1

附表 5. D.　浮游生物数，篩絹濾過　St. 4 (沖)

生物	水深	月日 7.7	31	8.12	生物	水深	月日 7.7	31	8.12	生物	水深	月日 7.7	31	8.12	生物	水深	月日 7.7	31	8.12
Chaetoceros	0	100	30800	12370	*Certium*	0	89		6	*Oithona*	0	2	41	17	*Copepoda naulpii*	0	4	12	28
	2	130	2370	13770		2	366		15		2	3	2	9		2	11		4
	4	80	1050	10950		4	193	1	175		4	1	2	2		4	11	1	14
	6	130	890	7880		6	164		173		6	5	2	5		6	9	5	13
	8	／	350	3000		8	／		205		8	／		5		8	／		25
	10	20	100	150		10	165		53		10	2		5		10	16	2	8
Skeletonema	0		52500		*Tintinopsis*	0				*Paracalanus*	0	4	5	4	*Bivalve larvae*	0	4		9
	2	10	3050			2	1		3		2	4	1	6		2	1	1	2
	4		10			4	1		3		4	3	2	1		4	2	14	2
	6		90			6		1	1		6	5	2	5		6		6	8
	8	／	100			8	／	2	2		8	／		6		8	／	2	3
	10		50			10	1	2	2		10	3				10			2
その他の珪藻類	0		23800	10	その他の原生動物	0	3	7		その他の橈脚類	0				／	0			
	2		1410	10		2	6	2			2			2		2			1
	4		150			4	5		2		4			1	その他の幼生	4			1
	6		40	30		6	5		1		6	1				6			2
	8	／				8	／		4		8	／				8			
	10			10		10	8		1		10	1				10			2

附表 6. A. I　附着硅藻数，St. 1 (桂島)．6 日間垂下

(註)　垂下層は最上部の採苗器をIとし，以下は 10 cm 間隔。

垂下日 ／ 取上日 ／ 垂下層	7.1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	8.3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	9.2
	7.7	10	13	16	19	22	25	28	31	8.3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	9.2	5	8
I																		2				1
II			1										1					4				134
III			1														21	8			>500	39
IV			1		1							2			1	17	90	43	4		198	>500
V			4									5					>500	53	1		380	>500

附表 6. A. II　附着硅藻数　St. 1 (桂島), 12 日間垂下

垂下日 / 取上日 / 垂下層	7.1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	8.3	6	9	12	15	18	21	24	27
	7.13	16	19	22	25	28	31	8.3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	9.2	5	8
I															2	1	3	2	1	64
II															17	2	41	81	26	>500
III										1		1			>500	>500	>500	>500	>500	>500
IV	2	1	18		1						10	3			>500	173	>500	>500	>500	>500
V	2	51	3				27				29	10	307		>500	>500	>500	>500	>500	>500

附表 6. B. I　附着硅藻数　St. 2 (元屋敷), 6 日間垂下

(註)　垂下層の表現は附表 6. A に準ずる。

垂下日 / 取上日 / 垂下層	7.1	4	7	10	13	16	31	8.3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	9.2
	7.7	10	13	16	19	22	8.6	9	12	15	18	21	24	27	30	9.2	5	8
I							1						47			4		>500
II													5	103	85	14	>500	>500
III			2	1				3			48	38	36	302	150	>500	>500	>500
IV		5	1	1			2		20	17	37	214	13	62	74	>500	160	>500
V		21	5	3			1			242	102	27	16	1	400	>500		>500

附表 6. B. II　附着硅藻数　St. 2 (元屋敷), 12 日間垂下

垂下日 / 取上日 / 垂下層	7.1	4	7	10	31	8.3	6	9	12	15	18	21	24	27
	7.13	16	19	22	8.12	15	18	21	24	27	30	9.2	5	8
I	1					1	3		11	64	1	6	>500	>500
II	2		2			12	140		>500	>500	360	235	>500	>500
III	7					16	11	213	279	>500	460	>500	>500	>500
IV	4	2							>500	>500	>500	>500	>500	>500
V	12	4	1	1				108	324	>500	>500	>500	>500	>500

附表 7. A 附着硅藻数 St. 1 (桂島), 12日間垂下, 長連

(註) ? は泥に埋れ測定不能。

垂下日 / 取上日 / 垂下層	7.1	13	25	8.6	13	30
	7.13	25	8.6	18	30	9.8
I						
II				1	20	47
III	3		8	2	>500	>500
IV	13	2	17		>500	>500
V	27	51	445	4	>500	>500
VI	30	13	253	57	?	>500
VII	15	46	>500	>500	?	>500
VIII	41	81	>500	>500	>500	>500
IX	67	67	>500	>500	?	>500
X	20	20	>500	>500	?	>500
XI	52	37	>500	>500	>500	>500
XII	3	47	157	>500	>500	>500
XIII	7	81	190	>500	50	>500
XIV	6	82	91	>500	70	>500
XV	17	153	59	>500	165	>500
XVI	20	31	59	76	84	>500
XVII	52	31	300	500	?	>500
XVIII	20	152	92	85	176	>500
XIX	16	55	58	38	?	>500
XX	21	31	121	48	?	>500
XXI	46	35	59	191	66	63
XXII	17	11	185	>500	57	14
XXIII	32	35	99	98	34	>500
XXIV	7	6	230	165	32	>500
XXV	48		158	>500	78	6

附表 7. B 附着硅藻数 St. 2 (元屋敷)
12 日間垂下, 長連

(註) 垂下連は長すぎたので後期は短かくした。

垂下日 / 取上日 / 垂下層	7.1	31	8.12	24
	7.13	8.12	24	9.5
I				153
II			6	260
III	1		5	>500
IV	25		>500	>500
V	70		>500	>500
VI	80	4	>500	>500
VII	22		>500	>500
VIII	107	59	54	>500
IX	17		180	>500
X	176	193	77	>500
XI	259	231	170	>500
XII	90	8	350	>500
XIII	170	9	350	342
XIV	248	21	>500	202
XV	130	145	104	114
XVI	30	170	/	203
XVII	120	56	/	95
XVIII	179	39	/	49
XIX	223		/	/
XX	147	10	/	/
XXI	149	3	/	/
XXII	229	260	/	/
XXIII	226	415	/	/
XXIV	118	30	/	/
XXV	47	54	/	/

附表 8. カキ浮游幼生数

(註) 20L 測定，小は <100μ，中は 100～200μ，大は >200μ.
※ St. 3 (舟入島) は St. 3′ (石浜) はで行つた。

月 日	地点／水深／大きさ	St. 1 (桂島)			St.2 (元屋敷)		St. 3 (舟入島)						St. 4 (沖)					
		0	2	4	0	2	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10
7. 1	小	14	6	1	0	0	3	2	0	／	／	／	／	／	／	／	／	／
	中	0	0	0	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／	／	／	／
4	小	2	2	0	0	0	0	0	2	2	／	0	／	／	／	／	／	／
	中	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
7	小	1	0	0	0	0	0	1	1	0	／	0	0	0	1	0	／	0
	中	0	0	0	1	0	0	0	0	0	／	0	0	0	0	0	／	0
	大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	0	0	0	0	0	／	0
10	小	0	0	0	4	0	0	0	1	2	／	0	／	／	／	／	／	／
	中	0	0	0	1	0	0	0	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
13	小	0	0	0	0	0	0	1	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
	中	0	3	1	4	1	1	1	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
16	小	8	0	0	0	0	0	0	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
	中	0	0	0	0	0	2	0	1	0	／	1	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
19	小	5	5	0	14	0	94	60	2	0	／	0	／	／	／	／	／	／
	中	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
22	小	8	2	0	0	2	3	153	216	127	／	16	／	／	／	／	／	／
	中	0	0	0	0	0	0	4	1	0	／	0	／	／	／	／	／	／
	大	1	0	0	0	0	0	0	0	0	／	0	／	／	／	／	／	／
25	小	40	2	0	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／
	中	1	0	0	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／
※28	小	77	16	1	／	／	162	116	20	5	2	4	／	／	／	／	／	／
	中	5	1	0	／	／	3	4	2	1	1	4	／	／	／	／	／	／
	大	0	1	0	／	／	1	2	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／
31	小	3	0	0	0	4	27	23	2	2	4	0	84	25	49	1	1	1
	中	1	0	0	1	0	49	15	5	8	15	4	82	13	32	2	1	2
	大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	1	0	1	0	0	0

附表 8.　つづき

月日	地点／水深／大きさ	St. 1 (桂島)			St. 2(元屋敷)		St. 3 (舟入島)						St. 4 (沖)					
		0	2	4	0	2	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10
8. 3	小	11	70	5	10	40	129	71	16	3	0	1	／	／	／	／	／	／
	中	23	15	1	26	32	64	2	7	14	9	8	／	／	／	／	／	／
	大	2	1	0	2	3	2	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／
6	小	8	10	5	5	8	40	123	153	139	18	0	／	／	／	／	／	／
	中	1	0	2	8	3	30	26	18	12	24	7	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	4	6	10	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／
※ 9	小	2	0	0	0	0	5	14	1	8	／	4	／	／	／	／	／	／
	中	3	2	0	5	2	11	8	1	2	／	17	／	／	／	／	／	／
	大	2	1	0	7	1	17	6	2	0	／	4	／	／	／	／	／	／
12	小	0	1	1	1	0	11	3	1	0	0	0	14	2	1	0	0	0
	中	0	2	2	1	2	27	5	15	4	7	8	13	0	2	2	0	2
	大	0	2	0	1	1	3	1	2	0	3	2	13	0	1	0	0	1
15	小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／
	中	1	4	0	0	0	1	0	0	3	0	0	／	／	／	／	／	／
	大	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／
18	小	0	0	0	5	1	53	306	242	38	0	0	／	／	／	／	／	／
	中	0	0	1	1	0	6	5	2	1	5	2	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	4	0	6	0	0	0	0	1	／	／	／	／	／	／
21	小	11	58	10	87	4	34	1068	242	182	2	0	／	／	／	／	／	／
	中	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／
24	小	0	0	0	0	0	167	254	136	80	3	2	／	／	／	／	／	／
	中	6	3	0	38	3	59	55	40	9	4	5	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／
27	小	1	0	0	5	1	0	35	326	129	21	28	／	／	／	／	／	／
	中	1	8	2	11	4	0	42	185	141	112	128	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／
30	小	0	1	6	0	0	0	2	4	11	3	0	／	／	／	／	／	／
	中	1	6	0	2	0	0	2	15	17	24	72	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／
9. 2	小	0	0	0	1	3	0	3	9	13	13	0	／	／	／	／	／	／
	中	4	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	／	／	／	／	／	／
	大	6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／

附表 8.　つづき

月日	地点／水深／大きさ	St. 1 (桂島)			St. 2(元屋敷)		St. 3 (舟入島)						St. 4 (沖)					
		0	2	4	0	2	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10
5	小	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／
	中	0	1	0	16	3	3	0	4	8	5	10	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	／	／	／	／	／	／
8	小	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	／	／	／	／	／	／
	中	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	2	／	／	／	／	／	／
	大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	／	／	／	／	／	／

附表 9.　カキ稚貝附着数

(註)　測定枚数は採苗器（ホタテ殻）の枚数
内・外はホタテ殻の内外面を示す。上・下は垂下された場合の上面及び下面を示す。

地点	垂下日／取上日／カキ幼生	7.7 / 7.10	10 / 13	13 / 16	16 / 19	19 / 22	22 / 25	25 / 28	28 / 31	31 / 8.3	8.3 / 6	6 / 9	9 / 12	12 / 15	15 / 18	18 / 21	21 / 24	24 / 27	27 / 30	30 / 9.2	9.2 / 5	5 / 8	8 / 17
St. 1 (桂島)	測定枚数	20	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	内	10	10	19	8	40	93	137	25	57	228	176	1053	249	114	279	43	5	4	8	3	7	15
	外	9	24	40	5	42	139	387	91	88	319	266	991	446	258	527	70	9	4	25	6	12	28
	上	13	25	51	11	79	216	471	108	125	418	365	1586	507	286	592	83	11	6	20	7	16	31
	下	6	9	8	2	3	16	53	8	20	129	77	458	188	86	214	30	3	2	13	2	3	12
	合計	19	34	59	13	82	232	524	116	145	547	442	2044	695	372	806	113	14	8	33	9	19	43
St. 2 (元屋敷)	測定枚数	20	20	20	20	20	0	0	0	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	内	1	82	25	59	55	／	／	／	／	755	4927	2452	2627	2433	1619	1576	76	83	18	61	139	429
	外	2	99	38	66	70	／	／	／	／	1441	2028	1332	2117	1776	1319	1031	64	114	19	54	198	379
	上	2	159	56	109	107	／	／	／	／	1913	5660	2832	3804	3441	2462	2055	109	168	28	88	300	661
	下	1	22	7	16	18	／	／	／	／	283	1295	952	940	768	476	602	31	29	9	27	37	147
	合計	3	181	63	125	125	／	／	／	／	2196	6955	3784	4744	4209	2938	2657	140	197	37	115	337	808

東北水研　研究報告
第 16 号
Mar. 1960

松島灣におけるカキ幼生の分布に関する考察※

菊　地　省　吾

CONSIDERATIONS ON THE DISTRIBUTIONS OF OYSTER LARVAE IN MATSUSHIMA BAY

BY

Syôgo KIKUCHI

In shallow bays such as Matsushima Bay, the distributions of oyster larvae may be remarkably influenced by the tidal currents. But no work has been carried out concerning the larvae which were removed to be transported out of the bay and on the relations of their amounts remaining in the bay. The author studied on the distributions of oyster larvae in and out of the bay in 1958 and '59 by pump-collections.

The results are as follows ;

1) The larger part in bulk of the larvae, which spawned inside the bay, was transported but kept on growing in sea outside of the bay-mouth.

2) These larvae may have been accumulated there by both tidal currents and vertical movements of the oyster larvae themselves.

3) And there, the vertical distributions are altered with the growth stages of the larvae.

4) These larvae in the sea outside of the bay-mouth are supposed to have close relations to the production of the seed oyster near the straits of the bay.

ま　え　が　き

松島湾の様に水深 2m・3m の浅い内湾では、そこで産卵されたカキ幼生の分布は、潮汐によって大きく影響されるものであろう。これまで松島湾では海流によつて幼生が水道部に集積されると述べられて居り（今井・中村：1955)。また幼生は約 2 週間の浮游期に潮流によつて湾外に流出するものも多いと考えられている（小金沢：1958)。しかし、幼生の集積される機構や、湾外へ流出する幼生と湾内にとゞまる幼生の量的関係、及び流出した幼生のその後の動向については究明されていない。

※ 東北海区水産研究所業績　第 148 号

またカキ幼生の垂直分布は、佐藤 (1948) によれば的矢湾では表層に多く、2m 以下の層ではほとんどみられないと報告されている。これまで松島湾のカキ幼生に関する調査の場合も主として 2m 以上の層に浮游する幼生が対象とされてきた。また種カキ採苗予報の為の調査などもこの層について行われている。ところで，佐藤・菅野・菊地 (1960) のポンプ採集法による調査では、1958 年には松島湾のカキ幼生の密度は、常に湾内の地点よりも湾外の地点で多量に観測され、幼生の垂直分布についてはこれまで注目されていなかつた 2m 以下の層でも、しばしば表層よりも高い密度を示し、この湾のカキ幼生の分布の中心があたかも湾外に存在するかの様な興味深い結果が得られた。

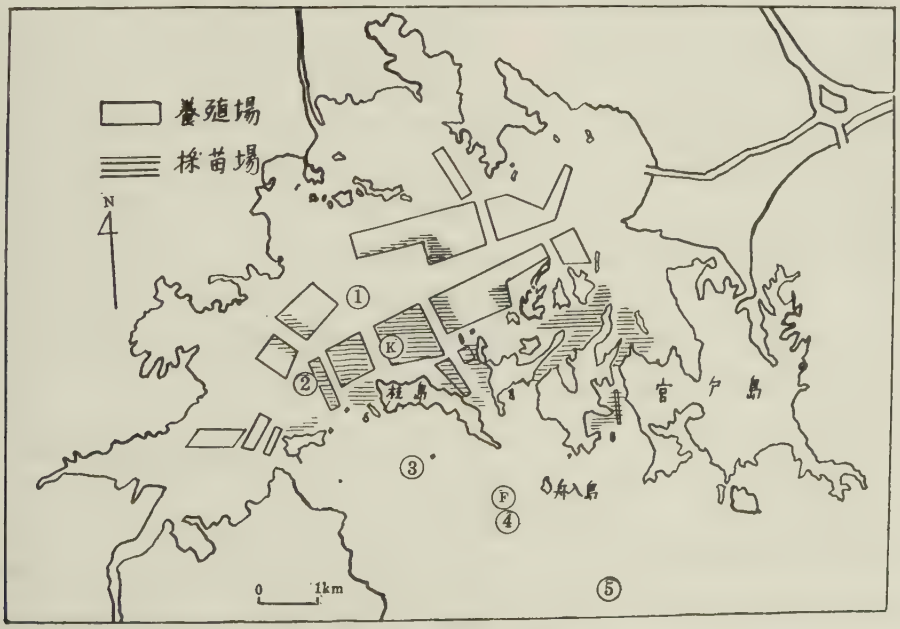
著者はこの結果にもとずき、引続き 1959 年にも幼生の分布を調査し、これらの結果並に宮城県種ガキ漁業協同組合による湾内の調査結果等を合せて、松島湾のカキ幼生の分布過程、特に湾外にカキ幼生の蓄積される機構について一つの推論を試みたので、こゝにその結果を報告する。

なお、この研究を行うにあたり、いろいろと御協力を仰いた東北海区水産研究所の佐藤重勝、菅野尚、佐野孝技官、報文の御校閲をたまわつた谷田専治博士に謝意を表するとともに調査資料を快く提供して下さつた宮城県種牡蠣漁業協同組合の方々に心から御礼申し上げます。

I. 桂島地先と舟入島沖のカキ幼生密度の比較

佐藤・菅野・菊地 (1960) の調査による 1958 年 7 月 1 日から 9 月 8 日までの桂島地先と舟入島沖（第 1 図，K；桂島地先、F；舟入島沖）のカキ幼生の出現量は第 2 図に示した。

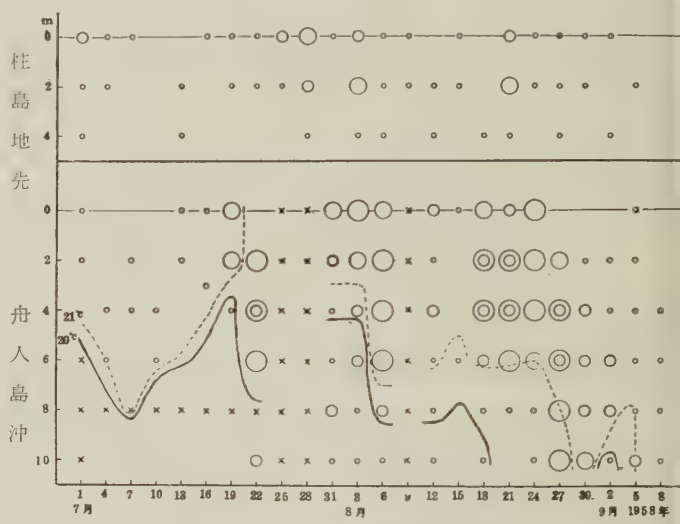
この年の松島湾に於けるカキ幼生の密度は全般的に少なく、桂島地先では全期間を通じて最高でも 400 個体 / 100L に満たない値であつた。一方舟入島沖の場合は、ほゞ全期間を通じて桂島地先



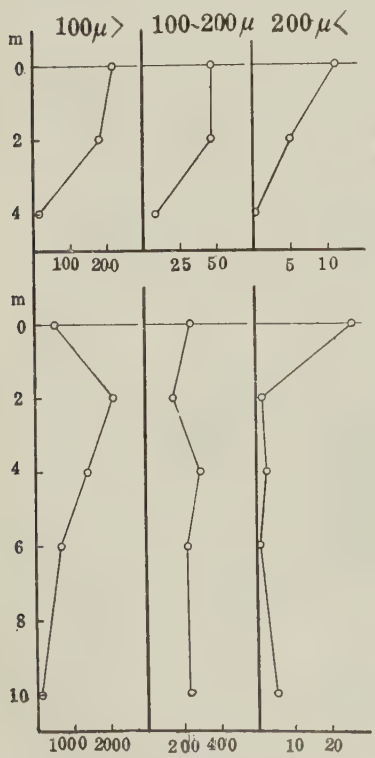
第 1 図　調 査 地 点 図

K：桂島地先，F：舟入島沖の両地点は 1958 年度の調査地点，その他は 1959 年度の調査地点

よりも幼生の出現量は多く、全層の平均密度でも5～10倍の値を示している。また幼生の垂直分布は、桂島地先ではこれまで考えられていたように 0～2m 層に多く、4m 層になると幼生は極めて少量になるが、舟入島沖では、表層よりも 2～6m 層の密度が高い場合が多くみられた。各層の幼生現量を幼生の大きさ別に全期間を通じてみると、100μ 以下の幼生は舟入島沖では 2m 層にピークが現れ、100μ～200μ の幼生は全層ほゞ一様に現れ、200μ 以上の大きさの幼生は表層に集中している。桂島地先では、100μ 以下及びの 100～200μ幼生は共に、表層 2m層に多く 4m 層では少い。200μ 以上の幼生は舟入島沖の場合と同様、表層が最も多い値を示している(第 3 図)。この事は、カキ幼生の垂直分布が発育段階によつて異ることを示しているものと考えられる。



第 2 図　桂島地先・舟入島沖の幼生出現数
○：1～10　◔：11～50　○：51～100　◎：101～200
◎：201 以上 / 20 L　×：欠測

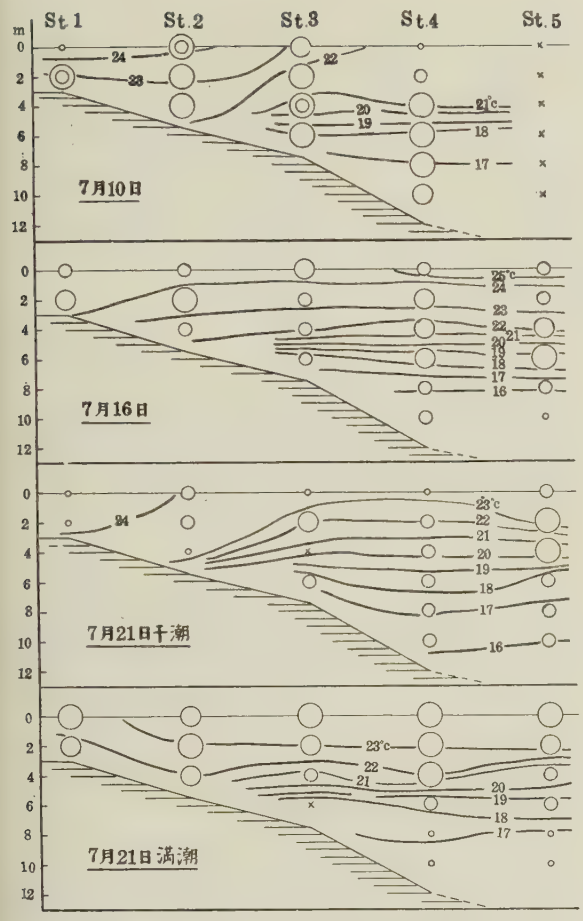


第 3 図　カキ幼生の殻長別垂直分布
(1958 年)
各層の幼生出現量は全期間の合計数

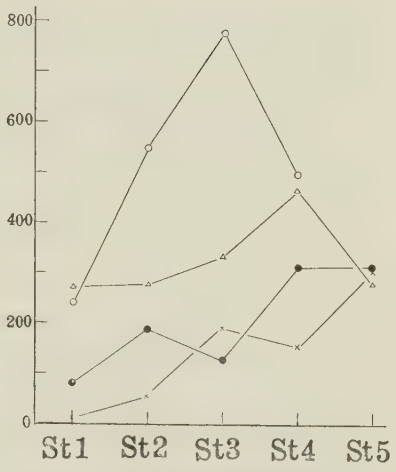
この調査は湾の内外それぞれ 1 点づつであり、これをもつて松島湾のカキ幼生の分布を論ずることは出来ないが、内湾よりも外海の地点が常時高密度であることや、外海では 2～6m 層にも幼生の濃密な層が存在することはこれまで報告されていなかつたことである。したがつて、外海え流出する幼生の量や、それと湾内の採苗器に附着する稚貝の密度との関連等について更に深く究明される必要があると考えられる。

II.　金島水道系の幼生分布

1958 年の調査で前述のように内湾の桂島地先に比して外海の舟入島沖の幼生密度が高い事実が観測されたので、筆者は 1959 年松島湾で最も流量の多い金島水道系に 5 点(第 1 図)を設け、カキ幼生の分布状態を調査した。幼生の採集は自動揚水ポンプを用い、水深 2m 毎に 25L



第4図　金島水道系のカキ幼生と水温の断面図（1959年）
○：10以下　○：11～50　○：51～100　◯：101～200
◎：200以上／25 L　×：欠測



第5図　各地点の単位面積当りの幼生数（全層合計数）
—○—7月10日—●—7月16日—×—7月21日（干潮）—▲—7月21日（満潮）1959年

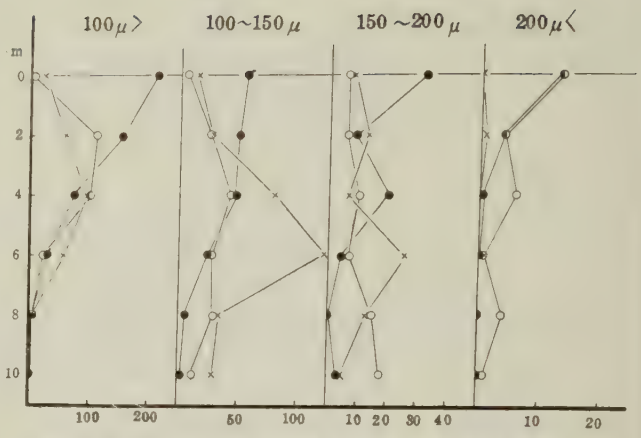
の海水を汲上げ、プランクトン・ネット（篩絹NP. 72）で濾過した。

調査結果は第4図に示した。1959年の調査は7月中だけであるが、内湾と外海の密度差は1958年のの桂島址先と舟入島沖の場合ほど大きくはないが、やはりカキ幼生の量はSt. 3から沖の外海の地点の方が多く、松島湾で産卵されるカキ幼生のかなりの量が湾外に流出していることを示している。試みに単位海面当りの幼生密度を比較すると第5図に示した様に、外海は内湾の2～10倍の密度になつている。

次に幼生の垂直分布をみると、7月21日の大潮満潮時には大体各地点とも表層に最も多く、7月10日，21日の大潮干潮時及び7月16日の小潮時では2～6m層に最も密度の高い層がみられ、潮位によつて幼生の垂直分布は異つている。しかしこの現象が幼生の生態的特性を示すものなのか、或は潮汐による幼生の濃密な水塊の動向を示すものかは明らかでない。

また幼生の大きさと垂直分布の関係を外海のSt. 4, St. 5についてみると（第6図）、干潮時及び小潮時では150μ以下の幼生は2～6m層に最も濃密な層がみられ、満潮時では表層が最も濃密になつている。150μ～200μの幼生は調査時毎にかなり変動しており、個体数も少いので、その特長はつかみにくい。200μ以上の幼生では、潮時にかかわりなく、常に表層に最も多い傾向がみられる。

以上1959年の調査でも、相当多量の幼生が外海に流出して居り、その幼生は潮時と発育段階に応じて分布層が変化していることが明かとなつた。



第6図　カキ幼生の殻長別垂直分布 (St.4 St.5 の合計)
——×——7月16日 ——○——7月21日（干潮）——●——7月21日（満潮）

III.　湾内の幼生分布の傾斜

上述の調査結果は、何れも少数の調査点から得られた結果であり、松島湾のカキ幼生の動態を正しく表しているかどうかは更に調査点を増して確めねばならないが、幼生の最も高密度の部分が外海にもるとするならば、採苗器の投入時期予報の為に湾内をかなり詳しく調査している宮城県種ガキ漁業協同組合の調査資料の上でも、湾口部から湾内にかけての幼生密度の傾斜が表れていると考えられるので、宮城県種ガキ漁業協同組合の1957年、1958年度の資料について検討した。

種ガキ組合の調査は、上げ潮から満潮時に行われ、幼生の採集は北原式プランクトンネットで2m層からの垂直採集によつて行われている。

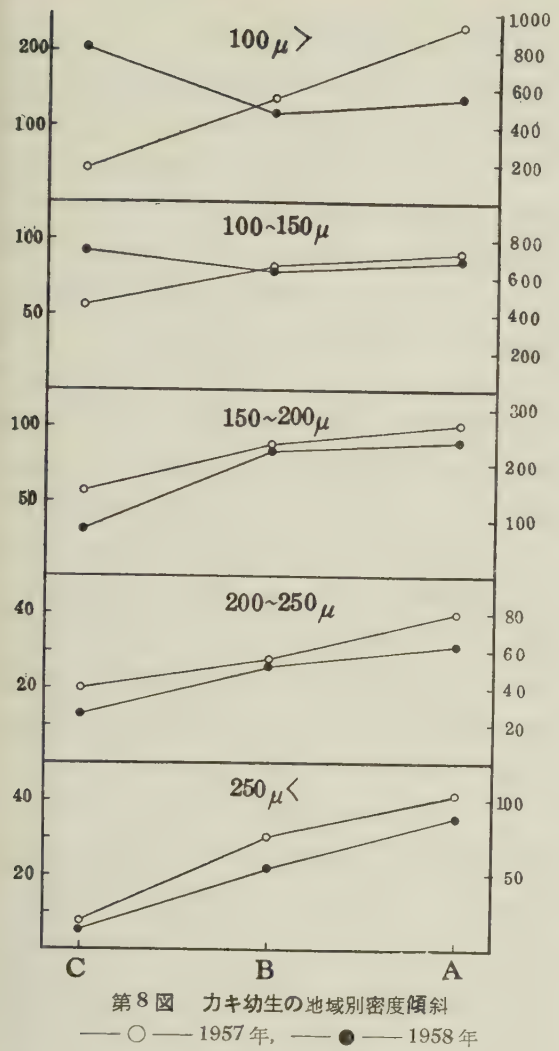
調査点は第7図に示す23点であるが、これらの調査点の内最も外海に面した、2・8・9・13の4点をA、水道及び水道に近接した3・4・5・6・9・10・11・12・14の9点をB、湾中央部の15・16・17・18・19・20・21・22の8点をC地区とし，幼生の大量に出現した期間(1957年度は7月24日より8月13日、1958年度は7月24日より8月10日まで)についてそれぞれの地区での幼生の大きさ毎に平均密度を求めると第8図の様な結果が得られる。

即ち1957年度は総ての大きさの幼生は何れもA地区からC地区にかけて密度が低下している。

第7図　湾内調査地点図 (1957・1958)

1958年度は150μ以上の幼生については1957年度とほゞ同様の傾向にあり、150μ以下の幼生については1957年度とは逆に湾中央のC地区で最も密度が高くなつているが、両年とも幼生が大きくなるほどA地区のC地区に対する比率は相対的に大きくなる傾向にある。

A地区からC地区へかけての密度の傾斜の傾向は100μ以上については、各観測日毎にみてもほゞ同様の傾向にあるが、



第8図　カキ幼生の地域別密度傾斜
—○— 1957年, —●— 1958年

100μ以下については、1957年の場合は8月2日の観測で、A地区のSt. 7に非常に大きな値が出て居り、1958年の場合は7月24日の観測でC地区のSt. 19にこれまた非常に大きな値が出て居り、これらが平均値に相当影響して、1957年と1958年との大きな相違となつている。このことは、1958年は湾内で産卵されたものが、日数が経過するにつれて、湾内から湾外へと分布の中心が移つていつたが、1957年度の場合は湾外で産卵が行われた様にも受けとれる。しかし、後で述べる様に、湾外での大量産卵は考えられず、この年といえども湾内で産卵されたはずである。したがつて極めて短時日のうちに、大部分の幼生が湾外へ移動してしまつたことを示しているものと思われる。この様に年によつて差がみられるのは、産卵時の潮時や，産卵のあつた地域の湾内に於ける位置が関係しているものと思われる。

IV. 考　　察

a) 外海に最も密度の高い地域が形成される機構

これまでに述べてきた調査結果は何れも湾内よりも外海に分布する幼生量が圧倒的に多く、この結果だけをみると、あたかもカキ幼生は外海に発生したものが、湾内に流入してきているような錯覚を起すのであるが、今井・中村 (1954) の報告によれば、松島湾のカキ幼生の約95%は湾内の養殖カキによつて産卵されたものであり、残りの5%も湾内の天然カキによるという結果が出ており、幼生の源は、決して外部にあるのではなく、湾内の養殖カキによつて産卵されたものであると考えられる。

外海に存在するカキ幼生の量については、これらの調査だけで推定することは出来ないが、ともかく相当量の幼生が、満潮時に於ても、外海に存在することは否定出来ない事実であるから、これらの幼生は何等かの過程をへて外海に移動したものとみなければならない。そして、幼生密度が内湾から外海にかけて高くなる傾向にあるとは云え、更に沖合を考えると幼生密度が低下しはじめる地域が存在すると考えられるので、幼生の最も濃密な部分が、湾口近くの外海に、分布の中心的存

在として形成されているものとみなければならない。

現在の処、幼生のこの種の移動に最も大きな役割を果しているものと潮汐であろうと思われる。しかし、潮汐による湾内水の外海への分散という物理的な作用だけでは、これまで考えられていたように、湾口から外海へ行くほど、内湾水は稀釈され、幼生密度も低下することになり、湾口近くの外海により密度の高い地域が出来ることは不自然である。ところで、松島湾の干満の水位差は大潮の時には約 1.2m あり、干潮時に外海に運ばれる水は、湾内にはアマモが密生しているため、ほとんど湾内の上層水であろう。したがって干潮時には確かに湾内のカキ幼生の大部分は外海上層に運び出されていることになる。一方上潮の場合は湾内が浅いので、主として外海の上層にある水が流入するものと考えられるので、干潮で外海へ出た内湾水のかなりの量が再び湾内に戻ってくることになると推測される。これに対し外海の中・下層の水は、比較的停滞しているものと考えられる。

そこで、干潮で外海へ出た幼生が直ちに中下層へ沈降しはじめると仮定するならば、1 回の潮の干満でも湾内で産卵された幼生のかなりの量が外海の中、下層に置きざられ、上潮で再び内湾に戻る量は湾内水の還元率を下まわつて少いものになるであろう。かくして、湾口近くの外海に置き去られた幼生は潮汐による移動分散の少い、比較的安定した水塊に棲息していることになり、この層の幼生密度の増減は大規模な水塊の移動を除けば潮汐の反覆過程における幼生の沈降と浮上の相対的関係に支配されることになるので、沈降量が浮上量を上まわれば湾外に次第に幼生が蓄積されていくことになる。この様に、干潮時の幼生の外海への流動と幼生自身の上下運動を組合せて考えるならば湾口近くの外海にカキ幼生のより濃密な地域が形成される過程は一応理解出来ものと思われる。

b)　幼生の垂直分布と生育条件

幼生の垂直分布の下限は、湾内ではこれまで考えられていた様に満潮時で大体 2m 層位までとみて差仕えないものと思われる。4m 層になると幼生が少くなる理由は明らかでないが、湾内では、この層はアマモの茂みにたつて特殊な環境を形成している事と関連しているものと推測される。

外海の水深の大きい処ではカキ幼生は更に深い層まで分布しおり、既に述べた様に、幼生の発育段階によつて特長ある浮游層が形成されている様である。この中で特に 200μ 以上大型の幼生が表層に集中しているという点は、成熟幼生の附着への準備的行動とも考えられ興味深い現象である。

カキ幼生の浮游層について佐藤 (1948) は的矢湾では水深の大きい処でも 0～2m 層までゞ、それ以下では少ないと報告しているが、われわれの得た結果と相違する理由は不明である。

外海に於ける小型中型幼生の垂直分布の下限が水温や塩分によつて規定されることも考えられるが、1958 年の舟入島沖 (St. 3) の場合は幼生の濃密な分布の下限はほゞ 20°C の等温線と一致していたが、1959 年の結果では 18°C 台でもかなり濃密な場合があり、統一した説明は行い得ない。塩分についても同様である。しかし一般的には自然条件の下でも、幼生が正常に発育出来る温度・塩分の限界が存在するはずであり、実験的にはこれらの要素が不適当な値の場合には発育がおくれ畸形が出現したり死滅することが報告されている。妹尾・堀・日下部 (1926) の初期発生の実験では 20°C 以下では水温が低下するにしたがつて、発生速度が低下し畸形が増加することが報告されているが、こゝで報告した調査結果では、17°C～19°C の水温のところでも幼生が多量にみられ(第 5

図)、これらの幼生は形態上でも特に異状は認められなかつたので、ある程度発育の進んだ有殻幼生の場合は、この程度の水温では生長が遅れることはもつても、畸形化や死滅は起らないのかも知れない。何れにしても、外海で生育する幼生群は広い温度範囲で生育しており、附着までの期間の個体差が大きなものになると考えられる。したがつて外海で生育した幼生は当然附着期間が内湾の温度差の少い処で生育した幼生よりも長期に亘るものと考えられる。このことは、佐藤・菅野・菊地 (1960) の報告にみられる，外海に面した元屋敷採苗場の附着期間が湾内に比して長いことを説明するものであろう。

C) 外海の幼生と附着稚貝との関連

湾口近くの外海で大量の幼生が生育している事実は疑いないとしても、これらの幼生のかなりの部分は満潮時でも内湾に流入していないのであるから、幼生が附着期に達してもそのまゝの状態で分布しているのであるとすれば、水道部や湾内に在る採苗場にとつては、その幼生は外洋のはるか彼方へ流し失してまつたも同然であり、外海の幼生については特に考慮を払つてもあまり意味のない事である。しかし、幼生の発育段階とその浮游層の関係では 200μ 以上の大型幼生は 1958 年及び 1958 年の資料とも表層に最も多く浮游している傾向にある。大型幼生のこの傾向が、附着えの準備的行動であるかどうかは別にしても、このような事が、ともかく附着期に近い幼生の生態的特性であるならば、外海の中層で生育している幼生が附着期に達したときには、水道部やその周辺の採苗場に大量に流入する可能性は多分にあるとみなければならない。そうなると松島湾の採苗場の大半を占める水道部やその近くの採苗場では、単にその周辺の表層に出現する幼生だけでなく、この外海の幼生密度の濃淡も種苗の附着に大きく影響することが考えられる。筆者の考えでは、松島湾の採苗場で水道部が毎年最も稚貝の附着量の多い主要な原因は、この外海で生育した大量の幼生の供給を最も多く受ける条件にあるからであると考えている。
更に幼生の浮游量の点からだけみれば、湾口近くの外海自身が良好な採苗場となり得ることは明らかである。

また湾口近くの外海に幼生の主要な生育場が存在することは、松島湾だけでなく、地形的条件からみて万石浦などについても同様な構造になつている事が推測される。なお佐藤 (1948) は既に的矢湾に於て幼生の生育場が養殖場の外側に形成されていること報告して居り、松島湾についてもカキ幼生の生育場が湾の外側に形成されているであろうことを推測していたことは卓見である。

V. 結　　び

これまで述べて来たように松島湾に於けるカキ幼生の主要な生育場が湾口近くの外海にあることはほゞ間違いないものと思われるが、この報告では、これらの幼生の量的関係や外海に於ける分布の実状を充分明らかにすることは出来なかつた。それは一つには外海部の潮汐による水の流動にともなう幼生の水平、垂直移動についての調査が不充分であつた為で、今後、この点での調査解析が充分行われるならば、松島湾の種ガキ採苗にとつても、より確実な予報の基礎が得られるものと考えている。しかし、現在筆者のところでは調査設備が極めて貧弱であり研究のこれ以上の進展は望めないので、不充分ながら、これまで得られた資料で、松島湾のカキ幼生の相当部分が外海で生育

して居り、この幼生がこの湾の種ガキ採苗に少なからぬ影響を与えているものと考えられたのであえてこゝに発表した次第である。

要　　約

1. 松島湾の湾内で産卵されたカキ幼生の大部分は湾口近くの外海で生育している。
2. この幼生は干潮で外海へ運ばれ、中層へ沈降し蓄積されたものであろう。
3. 外海では幼生の発育段階によつて、その垂直分布が変化する。
4. 湾口近くの外海で生育する幼生は水道部及びその周辺の採苗場に於ける稚貝の附着と密接な関連があるものと推測される。

文　　献

今井丈夫・中村吉治 (1955) 養殖段階における自然と経済の循環構造
小金沢昭光 (1958) カキ種苗の初期減耗　水産増殖シンポジユーム　種苗の初期減耗に関する諸問題講演要旨・水産増殖談話会
宮城県種牡蠣漁業協同組合 (1957. 1958) 松島湾牡蠣幼生浮游状況調査表
大泉重一 (1953) 種ガキ生産に関しての松島湾の生態調査　生態学研究 13 (3)
佐藤重勇・菅野　尚・菊地省吾 (1960) 松島湾の種ガキ採苗期に於ける低塩分水・赤潮及びカキ幼生について. 東北水研報告 (16)
佐藤忠勇 (1948) まがき幼生の成育と表層水温比重との関係，水産研究会報，1 (1)
妹尾秀実・堀　竜蔵・口下部台次郎 (1926)「まがき」卵発生と温度比重との関係，水講試報告，22 (3)
高槻俊一・(1949) 牡蠣　東京

東北水研 研究報告
第 16 号
Mar. 1960

海水の性状と海苔の生育に関する研究※

第 1 報 ノリ簀の"ヨゴレ"を表現する試み

佐 野 孝 ・ 佐 藤 重 勝

STUDIES ON THE GROWTH CONDITION LAVER (*PORPHYRA TENERA KJELLM.*) AND THE ENVIRONMENTAL FACTORS AT THE CULTURAL GROUND. (I) AN ATTEMPT FOR EXPRESSING "*YOGORE*," ATTACHED DIATOMS TO THE NETS OF LAVER-CULTURE.

By

Takashi SANO and Shigekatsu SATÔ

"*Yogore*", staining on the nets of laver-culture, consist chiefly of attached diatoms. The authors studied on the relations between the cell numbers and the extracted pigment from the cell measured respectively, of attached diatoms and those of plankton diatoms *in situ* at the cultural ground in Matsushima Bay.

The results are as follows ;

1) The attached diatoms though few in September, were abundant after October particularly in species of *Melosira*.

2) The plankton diatoms were generally scarce. Same *Melosira* as which were seen attached to the nets, appeared in plankton considerably after November.

3) Until the end of October, when the communities of attached diatoms did not reach their climax, the more the cell numbers became, the higher the optical density of the extracted pigment would be under similar conditions.

4) After November when the cell numbers of the attached diatoms increased remarkably, the cell numbers should not be presumed from the optical density of the extracted pigment.

5) As "*yogore*" are thought to influence on the laver-culture mainly until the end of October, the measurement of the pigment contents of diatoms is practically applicable for expressing "*yogore*" as same as the measurement of the cell numbers.

ま え が き

ノリ簀の「ヨゴレ」に関しては、古くは岡村[1] (1909) ・最近では殖田[2] (1958) の報告があるが、ノリ養殖の際ノリ簀に着生する硅藻類は、所謂「ヨゴレ」又は「ドタ」といわれ、これらの附

※ 東北海区水産研所業績 第 149 号

着物はノリの着生面を占有するばかりでなく、時にはノリ葉体に着生し、所謂「ドタ腐れ」を起すこともある。このように、ノリ簀のヨゴレはノリの芽付及び生育等にどのような影響を及ぼすかは、ノリ養殖上極めて重要な問題と考えられる。

然し、ノリ簀のヨゴレはこれを数量的に示す方法が確立されておらず、単に多い少ないという表現が用いられている。ノリ簀のヨゴレは肉眼的観察だけでは主観的になり、簀材の性質や生育しているノリの長短によつても、ヨゴレの判定に錯覚を起し易く、更に水中の簀と干出中の簀の夫を比較することも困難である。

ヨゴレの程度を表わすには、単にヨゴレをこすり落し、排水量を測定することも1方法である。然しヨゴレの多い簀を観察すると、多量の硅藻が着生しており、硅藻間に沈着した泥は簀を振つても仲々落ちない。又硅藻が少なく、浮泥が附着している簀は極く稀で、このような簀は軽く振ると泥が水中に落ちてしまう。一方泥が少なくて硅藻だけのヨゴレを見ることも稀でなく、近年特に多くなつている浮簀では、その例が多いようである。

著者はノリ簀のヨゴレ、特に附着硅藻の定量について、脂溶性色素量と、細胞数を測定することを試みた。同時に海水中の浮游硅藻についても測定を行い、これらについて若干の知見を得たのでその結果を報告する。

調　査　並　に　測　定　方　法

(A)　調査方法及び試料

松島湾内の駒島附近の養殖場に、9月14日にコイルヤーン網(2間×4尺)を、平均水面より約35cm下層の水位に張つた。この簀(A)は9月19日には充分にヨゴレが附いていたので、平均水面より約10cm上層の水位に張り変え、同時にこれと同じ水位に更に新しい同様なノリ簀(B)を張つた。即ちこのノリ簀は9月19日の実験開始時には、全くヨゴレていない。

附着硅藻の試料は、これら(A)と(B)のノリ簀から無作為に1節(約15cm)を切取り、之と相似の状況にある他の1節を同時に切取り、各々の10cmについて夫々細胞数・色素量の測定を行つた。

同時に海水中の浮游硅藻の採集のために、ノリ簀を設置した地点において、国産篩絹N・P 58製の北原式定量網を用いて、1mの深さから曳上げた。

(B)　測　定　方　法

1)　色素量の測定

(イ)　ノリ簀の附着硅藻

ノリ簀のヨゴレの指標として、Kreps[3] (1930)・Harvey[4] (1934)・Riley[5] (1938)・Krey[6] (1939)・Atkins[7] (1951)・Richard & Thompson[8] (1952) 等が用いたクロロフィル測定法に準じた方法により色素量を測定した。即ち、ノリ簀10cmを切取り、附着しているアオノリ・ノリ等を除去した後、水切し減圧乾燥した。1夜90%アセトンで抽出し、抽出液が無色になるまでくりかえし、全抽出液にエーテルの一定量を加えて振り、更に蒸溜水を加えて色素をエーテル層に

移行させた。アセトン一水系を除去した後、エーテルを減圧で溜去し、残溜分に90％アルコール10ccを加えて色素を溶解させる。厚さ1cmのセルに入れ、日立製EPU-2型分光光電光度計で入435mμの吸光値を測定した。尚色素の吸光値が0.70以上の値の場合は稀釈して再測定し、吸光値(D)に稀釈倍数を乗じた値で比較した。

（ロ） 海水中のプランクトン（浮游硅藻）

ノリ簀の張込地点に於いて、1m層からプランクトンネットで10回(濾過水量約450L)採取し、室内に持帰り、直ちに東洋濾紙No. 5Cで濾過し、水切後濾紙を減圧乾燥し、ノリ簀の測定方法と同様に処理し、抽出色素の435mμにおける吸光値を測定した。

2) 硅藻細胞数

（ハ） ノリ簀の附着硅藻

ノリ簀の10cmをシヤーレ中の淡水に移し、ノリ葉体を注意深く摘み去り、これを数片に切つてもみほぐし、硅藻をすつかり落し、これにフオルマリンを加え、24時間後にその1/200を数えた。

（ニ） 浮游硅藻

海水中の浮游硅藻の細胞数測定は、ノリ簀設置地点に於いて1m層から色素量測定の際と同一条件で採集し、フオルマリン固定した試料について1/200を計数した。

調 査 結 果

ノリ簀の附着硅藻及び・浮游硅藻から得た色素の吸光値並にそれ等の細胞数を測定した結果は、それぞれ第1表に示すようになる。

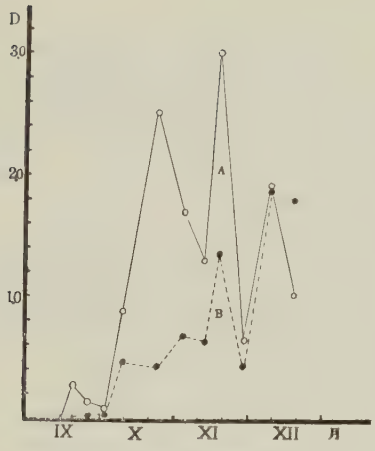
第1表 測 定 結 果

月	日 (1959)	No.	色素の吸光値			硅藻細胞数		
			ノリ簀 (A)	ノリ簀 (B)	浮游硅藻	ノリ簀 (A)	ノリ簀 (B)	浮游硅藻
9	19	0	0.26	—	0.23	614(2)	—	52(3)
	25	1	0.13	0	0	111(4)	118(2)	27(3)
10	2	2	0.05	0.04	0.17	210(4)	766(2)	238(3)
	9	3	0.88	0.46	0.07	924(3)	357(3)	30(3)
	23	4	2.50	0.41	0.33	171(5)	532(4)	1144(3)
11	4	5	1.70	0.67	0.20	560(4)	698(4)	426(3)
	12	6	1.30	0.63	0.08	141(5)	616(4)	204(3)
	18	7	3.00	1.36	0.10	163(5)	234(5)	42(3)
	28	8	0.63	0.42	0.03	379(4)	742(4)	88(3)
12	9	9	1.90	1.90	0.09	113(5)	188(5)	344(3)
	18	10	1.00	1.80	0.20	238(4)	686(4)	1030(3)

(注) ( )内の数字は10累乗の指数例えば52(3)は52000を示す。

(A) ノリ簀の附着硅藻の吸光値

ノリ簀(A)と(B)について、ヨゴレの指標として考えたλ435mμの吸光値（D）の月別変化は第1図に示すようになる。



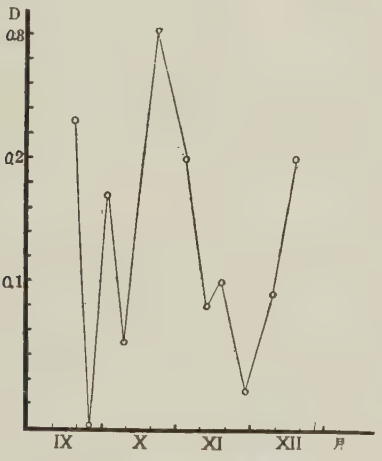
第 1 図　ノリ簀の色素量の変化

ノリ簀（A）の附着硅藻の色素の吸光値の変化は、10月上旬から10月中旬までは急激に増加し、11月中旬には稍減少したが、11月18日には再び急増し、下旬には急減した。ノリ簀（B）は10月上旬から11月18日までは次第に増加し、11月下旬には（A）と同様に減少したが、12月には（A）と同様に再び増加した。

この結果、昭和34年9月14日に平均水面より約35cm下層の水位に張り、9月19日に平均水面より10cm上層の水位に張つたノリ簀(A)は、張込みの日付に若干おくれがあるが、最初から平均水面より10cm上層の水位に張つたノリ簀（B）に比較して、9月下旬～10月上旬まで、即ちノリ胞子の付着する期間と考えられる季節には、ノリ簀のヨゴレはかなり多くなつていた。

(B)　浮游硅藻の吸光値

ノリ簀を張込んだ地点（深さ約3m）から採取した海水中の硅藻の吸光値の月別変化は、第2図に示すようになつた。



第 2 図　浮游硅藻の色素量の変化

この結果から、浮游硅藻の色素の吸光値は、調査時及び季節的にも大きな変動を示しており、10月23日に最も多くなり、それ以降11月下旬まで次第に減少したが、12月には再び増加した。

(C)　ノリ簀の附着硅藻の種類と細胞数

第2表に附着硅藻の種類と細胞数を示した。

この結果では、調査期間の初期には附着数は少く種類数は多い。しかし、1ケ月を経過すると、附着数は略々極大に近くなり、種類数もごく少くなる。このような極相に達する時期は10月23日以降で、優先種である *Melosira* は莫大な附着数を示すようになる。最も附着数の多い11月18日の（B）簀には10cmに2千万以上の細胞が測定された。勿論この中には群体基部の細胞に葉緑体部分の少くなつているものも観察されたが、いづれにしてもこの莫大な附着数は注目される。

ヨゴレの多い（A）簀では、調査期間の初期には（B）簀より細胞数が多いが、11月4日には略々等しくなり、11月18日以降はその増減傾向も似ている。

(D)　浮游硅藻の種類と細胞数

浮游硅藻の種類と細胞数について測定した結果は、第3表に示すようになる。

第2表　附着硅藻の種類と細胞数

簀	月	日	*Melosira*	*Achnantha*	*Nitzschia*	*Licmophora*	その他	Genus 数
A	9	19	1(3)	8(2)	502(2)	3(3)	64(2)	7
		25	21(4)	6(3)	844(3)	6(3)	432(2)	8
	10	2	864(3)	18(3)	744(3)	0	446(3)	6
		9	68(4)	52(3)	182(3)	0	98(2)	6
		23	153(5)	77(4)	9(5)	14(4)	0	4
	11	4	49(5)	35(4)	35(4)	4(2)	0	4
		12	14(6)	42(2)	7(4)	14(2)	0	4
		18	157(5)	28(4)	28(4)	0	0	3
		28	357(4)	7(4)	42(3)	7(4)	42(3)	5
	12	9	108(5)	28(4)	14(4)	7(4)	14(3)	5
		18	217(4)	14(4)	7(4)	0	0	3
B	9	25	36(2)	6(2)	66(2)	6(2)	4(2)	7
	10	2	238(2)	1(4)	238(2)	0	19(3)	6
		9	129(3)	98(3)	128(3)	0	2(3)	5
		23	406(4)	35(4)	91(4)	12(2)	4(2)	5
	11	4	537(4)	126(4)	35(4)	12(2)	0	4
		12	441(4)	105(4)	7(5)	0	0	3
		18	21(6)	217(4)	21(4)	0	0	3
		28	469(4)	42(4)	42(4)	182(4)	7(4)	5
	12	9	174(5)	49(4)	48(4)	84(4)	0	4
		18	63(5)	42(4)	7(4)	7(4)	0	4

（註）　簀 **10cm** についての測定結果，（ ）内数字は第1表に準ずる。

第3表　浮游硅藻の種類と細胞数

月	日	*Chaetoceros*	*Skeletonama*	*Asterionella*	*Nitzschia*	*Melosira*	その他の硅藻	硅藻 Genus数	動物性浮游生物	同左 Genus数
9	19	42(3)	0	0	6(3)	0	4(3)	3	16(3)	5
	25	21(3)	0	0	1(3)	0	5(3)	3	11(3)	4
10	2	64(3)	16(4)	0	0	1(4)	4(3)	4	14(3)	2
	9	0	12(3)	0	18(3)	0	0	2	8(3)	2
	23	36(4)	168(3)	456(3)	36(3)	0	124(3)	11	2(4)	5
11	4	6(4)	32(3)	182(3)	0	48(3)	104(3)	10	0	0
	12	0	12(3)	84(3)	0	24(3)	84(3)	7	2(3)	1
	18	0	0	12(3)	0	24(3)	6(3)	5	4(3)	2
	28	0	0	0	2(3)	86(3)	0	2	2(3)	1
12	9	36(3)	0	24(4)	0	64(3)	4(3)	5	4(3)	2
	18	304(3)	0	256(3)	186(3)	78(3)	206(3)	8	6(3)	1

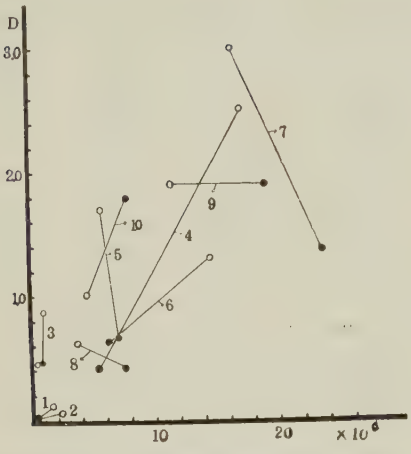
（註）　海水 450L についての測定結果，（ ）内数字は第1表に準ずる。

調査期間を通じて、硅藻に比して動物性のものは常に少い。また浮游硅藻も、最も多く出現した10月23日でも2500細胞/L程度であり、附着硅藻と比較してみると、かなり少いように考えられる。然し例年この時期には浮游硅藻が少ないので、例年より著しく少ない時もあるが、この期全体としてはさして変らない。*Chaetoceros* が減少する11月中・下旬頃に *Melosira* が多いことは、出現の時期は例年より稍々遅いが、例年と変らない。（佐藤[9]、1959 参照）この *Melosira* は大部分が *M. nummuloides* で、之は附着しているものと同種で、大きさも略々等しい。

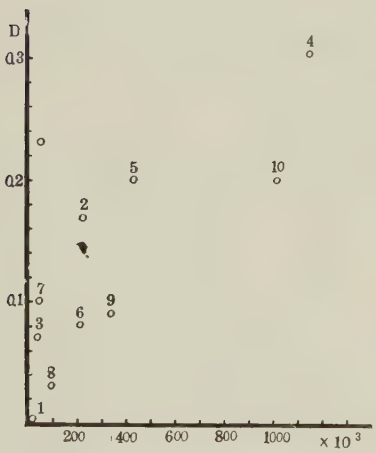
(E)　ノリ簀附着硅藻の色素の吸光値と細胞数

ノリ簀（A）と（B）の附着硅藻から抽出された色素の吸光値と細胞数との関係は、第3図に示

すようになる。



第3図　色素の吸光値と細胞数との関係
ノリ簀(A)－○－　　ノリ簀(B)…●…



第4図　色素の吸光値と細胞数との関係

ノリ簀（A）と（B）を比較すると、9月中旬から10月下旬までの期間（1～4）は、それぞれ調査日別に考えると、細胞数が多い時はその抽出色素の吸光値も増加している。しかし，11月以降になると細胞数と抽出色素の吸光値との関係は、前者が著しく多い時後者も飛躍的に増加することは認められるが、色素の吸光値から細胞数を推定することは必ずしも当を得ていない。

(F)　浮游硅藻の色素の吸光値と細胞数

浮游硅藻から抽出された色素の吸光値と細胞数との関係は、第4図に示すようになる。

即ち、細胞数が増加すると共に、それに対応する抽出色素の吸光値（D）の最小値は増加しているように考えられるが、同一の細胞数に対応する(D)の分散は大きく、(D)から細胞数を推定することは困難である。この原因については今後の研究に俟ちたい。

考　　察

海水の性状とノリの生育との関係を考える場合、ノリと似た栄養塩の吸収又は分解過程をたどる他の植物を考慮に入れなければならないことは当然である。勿論この場合、附着藻類と植物性浮游生物の増殖 phase 及び水温・光等による増殖率が影響するであろうから、栄養摂取の競合関係で常に附着藻類が優先するとは考えられない。したがつて、ノリの場合浮游硅藻との関係は考慮されなければならないものの一つであるが、もし浮游硅藻よりも多量の附着硅藻があるとすれば、後者をより重要視しなければならない。

附着硅藻の定量的測定は Lund & Talling[10] (1959) が述べているように、一般に困難とされている。先ず定量採集に当つて、基質が底土・石・植物である場合などは、種々の考案もあるが、まだ完全とはいい難い。

然し，ノリ簀の場合には基質が比較的統一されており、採取し易い状態にある。更にノリ簀に附着する硅藻の色素量とは異なるが、例えば駒木[11] (1957) は海水中のネットプランクトン（主として硅藻）の色素を測定し、抽出測定上の操作が極めて簡易で、迅速に処理出来ることを述べており、浮游硅藻測定に色素量を用いることは、従来多くの研究者によつて行われてきた。

吾々が試みた、ノリ簀の附着硅藻から抽出された色素の吸光値と細胞数との関係をみると、9月中旬から10月下旬にかけては、その附着硅藻の細胞数の増加と共に、その抽出色素の吸光値も亦増加する傾向がある。然し、11月以降は色素の吸光値と細胞数との関係は必ずしも一致していない。この原因については、多量に硅藻が附着する場合は、その基部細胞の葉緑体部分が少なくなつていることが観察されている。又10月下旬頃すでにノリが約5.0cm以下で、11月以降にノリが伸長してくる。従つて、ノリ葉体により受光を阻害された硅藻は、その生活力を減退し、葉緑素等の色素の減少をみることも考えられる。更に海水中の栄養塩の減少等に関係があるかも知れない。

この結果から、ノリ簀に附着する硅藻から抽出された色素の吸光値については9月・10月の期間に於いては、ノリ簀のヨゴレの指標として用いることが可能である。この期間は、ノリ簀のヨゴレがノリ芽の附着を阻害すると考えられるために、簀にヨゴレが附着することを最も警戒しなければならぬ期間にあたるので、色素量によるヨゴレの測定は実用的な意義をもつものと考えられる。11月以降は、ノリの成長が著しい時期であり、特にノリ簀の附着硅藻が問題となることは少ないように思われる。勿論、11月以降に於いて、新たに張られたノリ簀の場合でも、附着硅藻が略々極相に達するまでの期間については、上記の関係が成立するものではあるまいか。

11月以降、同一の色素量に対応する細胞数の分散が大きい場合（例えば12月9日；No. 9）について考えると、ノリ芽附着面の減少について表現する場合には、附着硅藻の色素量測定は利用する事が不可能である。しかし、この時附着硅藻が行つている生活作用の総量を表現しようとする場合は、色素量の方が細胞数より優れているものと考えられる。したがつて、同処に附着する硅藻とノリ芽の生活作用の関連を考える場合は、それぞれの色素量の比を用いることも一つの試みであろう。

浮游硅藻については、色素量と細胞数との間に明確な相関々係はみられなかつた。このことは、本調査で用いた資料がraw plankton であり、少数ではあるが動物性のものが混じていたためかもしれない。したがつて、この場合動物性のものを除いて測定すれば、色素量と細胞数との間に明かな相関々係を見出すことが出来たのではないかとも考えられる。いづれにしても本調査では、多くの研究者によつて、色素量を用いて表現されている浮游硅藻量よりも、附着硅藻の方がよい結果を得た。

摘　　要

ノリ簀のヨゴレ、特に附着硅藻の定量について、その含有色素量と細胞数を測定した。同時に海水中の浮游硅藻についても検討を行つた。

1)　ノリ簀の附着硅藻は9月には少なく、10月以降多くなるが、特に*Melosira*の附着が著しく多かつた。

2)　浮游硅藻は一般に少なかつた。ノリ簀に多い*Melosira*は、11月以降にかなり多数浮游硅藻として出現した。

3)　ノリ簀の附着硅藻の色素の吸光値と細胞数との関係は、10月下旬までは附着硅藻が極相に達する以前の近似した条件下では、細胞数が多い時は色素の吸光値も増加していた。

4)　11 月以降細胞数が著しく増加して来ると、色素量から個体数を推定することは必ずしも当を得ないようである。

5)　然しながら、実際にノリ簀のヨゴレがノリ養殖上問題になるのは、この場合には 10 月下旬までであるから、色素量の測定は従来行われてきた細胞数測定と同様に、ヨゴレの指標として用いることが可能である。

終りに本文の御校閲をいただいた増殖部長谷田専治博士並に利用部長谷井潔博士に厚くお礼申上げる。

文　　献

1)　岡村金太郎：　浅草海苔（博文館）1909
2)　殖田三郎：　海苔養殖読本（再版）1958
3)　E. Kreps & N. Verjbinskaya：　Journ. du Conseil **5**, 329, 1930
4)　H. W. Harvey：　Journ. Mar. Biol. Assoc., **XX** 407, 1934
5)　G. A. Riley：　Journ. Mar. Res., **1**, 335, 1938
6)　J. Krey：　Journ. du Conseil, **14**, 201, 1939
7)　W. R. G. Atkins & M. Park：　Journ. Mar. Biol. Assoc., **XXIX** 40, 1951
8)　F. A. Richard & T. G. Thompson：　Journ. Mar. Res., **11**, 156, 1952
9)　佐藤重勝：　東北に於ける海苔の病害防除に関する試験研究報告（1-1）47, 1959
10)　J. W. G. Lund. & J. F. Talling：　Bot. Rev. **XXIII** (889), 489, 1957
11)　駒木　成：　北海道区水研報告　**16**, 84, 1957
12)　松江吉行：　水産学の概観（日本学術振興会）1954
13)　H. W. Grabm：　Journ. Mar. Res., **5** 153, 1943
14)　W. R. G. Atkins & P. G. Jenkins：　Journ. Mar. Biol. Assoc., **XXXI** 495, 1953
15)　N. Marshall：　Journ. Mar. Res., **15** 14 1956
16)　L. H. N. Cooper：　J. M. Biol. Assoc., **22** 177, 1937
17)　A. C. Redfield：　James Johnstone Memorial Volume, Liverpool 176, 1934
18)　H. W. Harvey：　Journ. Mar. Biol. Assoc., **24**, 115, 1940
19)　松江吉行：　水産学会報　**7** 94, 1936
20)　————：　水産学会報　**2** 29, 1949
21)　————：　日本海洋学会誌　**6** 32, 1950

東北水研　研究報告
第 16 号
Mar. 1960

乾ノリに関する研究

第3報　簀の剝離性とシリコーンによる剝離性の改善※

梅本　滋・谷田専治

STUDIES ON "HOSHI-NORI" (DRIED FOOD OF LAVER, *PORPHYRA TENERA* KJELLM) PART III. THE SURFACE CONDITION OF SPLINT MAT AND ITS IMPROVEMENT WITH SILICONE

By

Shigeru UMEMOTO and Senji TANITA

Chopped lavers are thinly spread on the mats of fine reed splints to facilitate drying. The dried laver sheets must be completely stripped from the mats. This peeling character of the mats is a matter of concern in the practical technique of "Hoshi-nori" making process.

We observed that the peeling character of splint mats was related closely with the surface condition of the mats, which should be rough, not even and hydrophobic. The improvement of the mat surface condition was achieved by coating with silicone of water repellent type.

著者等はさきに、ノリの日乾処理における所要乾燥時間の短縮を図る方法について検討し、その結果を報告した[1),2)]。ノリ簀はその剝離性が適度であることが必要とされ、この剝離性の問題は乾ノリ製造処理の実際面では無視できない。即ち、簀上に抄かれたノリが日乾処理時には適度に簀に展着されて、長方形のノリの形が歪まないように保たれ、乾燥が終つたところでノリの形を損傷することなしに完全な形で簀の面からノリを簡単にはがしとることが要求される。一方、簀は使用をくりかえしている間に、その剝離性が次第に低下して使用に耐えなくなるので、剝離性を改善して簀の耐用年数を延長する意義は大きい。本報では簀の剝離性に関与する要因、及び撥水性シリコーンによる簀の剝離性の改善の効果について報告する。

実　　験

簀の剝離性　剝離性は抄かれたノリが展着されている簀の面の状態と関連があると第1報で述べ

※ 東北海区水産研究所業績　第 150 号

た。広く使用されているヨシ簀の、剝離性のよい新しい簀、剝離性の劣化した古い簀、及びこれ等のヨシ簀を用いて製造したノリについて、肉眼的・顕微鏡的に観察した。その結果の概要を**第1表**に示す。

第1表　ヨシ簀及び製品ノリについての観察

簀の種類 / 観察項目	新ヨシ簀	古ヨシ簀
剝離性	きわめて良好	きわめて悪い、実用には不適
簀の面の肉眼的観察	光沢があり、縦方向に細かいみぞでつくられる凹凸が明らかに認められ、適度の粗面である。	光沢なく、縦方向の細かいみぞはすりへつた感じである。葉鞘は損傷して、欠損している部分もみられ、ノリがひつかかりやすい状態になつている。
簀の面の顕微鏡的観察	ヨシをつくつている細胞は完全な形を保ち、細かいみぞをつくつているゆるやかな波状の凹凸がみられる。	表層部の細胞の損傷は著しく、欠損している部分もみられ、このためノリがひつかかりやすい大きな凹凸ができている。
製品ノリの簀に展着していた面の肉眼的観察	光沢があり、簀に展着されていたときの、ヨシの細かいみぞの痕がみられる。	光沢少なく、ケバだつている。簀に展着されていたときのヨシの細かいみぞの痕は不明瞭な部分がある。

「新しいヨシ簀の表面には油分があり、このために剝離性はよい」と業者は云つている。古簀の劣化した剝離性の回復策として、簀に食用油を塗つたりしている場合もある。エーテルを浸ませた脱脂綿で簀の面を拭つた後、この脱脂綿をエーテルで抽出した。その結果、簀1枚当り、新ヨシ簀から5mg、古ヨシ簀から1mgの wax 様抽出物が得られた。抽出物は白～黄色を帯び、常温で液～固状、加温するときには約60°C以下で融けた。冷エーテル・冷石油エーテルには少し溶け、冷エタノール・冷キシロールには稍々溶け、加温するときには夫々の溶剤に対し易溶であつた。

新しいヨシ簀をエーテル・キシロール等の溶剤に浸して脱 wax 処理を行い、その剝離性をしらべた。即ち、脱 wax 処理をした簀にノリを抄いて日乾処理を行い、乾き終つたところで**第2表**に示す基準に従つて剝離性の程度について判定を行つた。毎回1～2枚の簀を用い15回試験を行つて**第3表**に示す結果を得た。無処理の新ヨシ簀にくらべ、脱 wax 処理した簀は少しではあるが剝離性の低下しているのが見られる。一般の古ヨシ簀にみられる程度にまで劣化した剝離性が、この脱 wax 処理の簀にみられないのは、脱 wax 処理が溶剤に1回浸漬しただけであるので、不完全な脱 wax 処理の条件であること、簀の表面は何等損傷を受けていないこと等によるものとも考えられる。

第2表　簀の剝離性判定の基準

剝離性の階級	剝離性の程度の説明
+2	はがれすぎる，日乾中にはがれてしまうこともある。往々にして、長方形のノリの形の歪んだ「タコ」になつてしまう。
+1	はがれ良好 } 実用とされるはがれ具合い。
0	はがれ普通 }
−1	はがれにくいが使用には一応耐える。
−2	はがれにくく使用に耐えない、無理にはがすとノリが破れてしまう。

第3表　脱 wax 処理によるヨシ簀の剝離性の変化

処理＼剝離性の階級	易 ←…… 剝離性 ……→ 難					計
	＋2	＋1	0	－1	－2	
無処理　新ヨシ簀	12	3	0	0	0	15
脱 wax 処理　簀（エーテルに浸漬）	21	8	1	0	0	30
脱 wax 処理　簀（キシロールに浸漬）	9	5	1	0	0	15

各欄の数字は夫々の階級の剝離性をもつと判定された簀の枚数を示す。

第1報[1]で述べたように、滑面にノリを展着させると、乾燥後この面からノリをはがしとることは全く困難であるが、粗面からははがしとることができる。第2報[2]に日乾所要時間の短縮を目的とした合成樹脂製（塩化ビニール）の簀の試用を述べたが、表面の状態の異なる合成樹脂製の簀について剝離性を観察した結果は、**第4表**に示すように、簀の面が粗面であると剝離性がよいことを知る。

第4表　簀の剝離性と表面の状態（合成樹脂製の簀）

簀の面の状態	剝離性
滑面（ツルツルしている。）	ノリは全くはがれない。
粗面（細かな凹凸があり、ザラザラしている。）	ノリは具合よくはがれる。
粗面（ヨシ簀のように細かいみぞをきざんである。）	ノリは具合よくはがれる。

以上のことから、ノリの展着される簀の面が適度の粗面で、且つ疎水性をもつていることは剝離性と大きな関係があるものと解釈される。

シリコーン処理による簀の剝離性の改善

著者等は第1・2報で、簀の剝離性をシリコーンで改良する試みについて触れた。丸一[3]は魚の乾燥用簀について試験し、簀にシリコーンを塗布すると製品は簀からの剝離が良くなることを報告している。簀の表面に適当な被膜をつくつて、簀の表面の状態をかえ、これによる剝離性改善の効果について検討を行つた。珪素樹脂9種（信越化学製品・東芝製品・Dow Corning 製品）、尿素樹脂1種について予備的な試験を行つたところ、常温で乾燥性被膜をつくる撥水性シリコーンを簀の表面に塗布すると剝離性がよくなることを知つた。尿素樹脂は簀の表面に滑らかな被膜をつくり、ノリはかえつてはがれにくくなつた。そこで一応効果のみられた撥水性シリコーン2製品による簀の剝離性改善に対する効果について検討を進めた（両製品とも常温乾燥性の被膜をつくる撥水性シリコーンであるが、製造会社が異るのでシリコーン I，及び II と略記する）。剝離性の低下した古簀を試験に供した。簀は水でよく洗い、日乾して充分に乾燥を行なつた後、簀の両面に撥水性シリコーンを噴霧、1日放置乾燥した。簀上にノリを抄き、日乾処理を行ない、乾き終つたところでノリをはがしとり、前記**第2表**の基準に従つて簀の剝離性の程度について判定を行なつた。

た。広く使用されているヨシ簀の、剝離性のよい新しい簀、剝離性の劣化した古い簀、及びこれ等のヨシ簀を用いて製造したノリについて、肉眼的・顕微鏡的に観察した。その結果の概要を**第1表**に示す。

第1表　ヨシ簀及び製品ノリについての観察

観察項目＼簀の種類	新ヨシ簀	古ヨシ簀
剝離性	きわめて良好	きわめて悪い、実用には不適
簀の面の肉眼的観察	光沢があり、縦方向に細かいみぞでつくられる凹凸が明らかに認められ、適度の粗面である。	光沢なく、縦方向の細かいみぞはすりへつた感じである。葉鞘は損傷して、欠損している部分もみられ、ノリがひつかかりやすい状態になつている。
簀の面の顕微鏡的観察	ヨシをつくつている細胞は完全な形を保ち、細かいみぞをつくつているゆるやかな波状の凹凸がみられる。	表層部の細胞の損傷は著しく、欠損している部分もみられ、このためノリがひつかかりやすい大きな凹凸ができている。
製品ノリの簀に展着していた面の肉眼的観察	光沢があり、簀に展着されていたときの、ヨシの細かいみぞの痕がみられる。	光沢少なく、ケバだつている。簀に展着されていたときのヨシの細かいみぞの痕は不明瞭な部分がある。

「新しいヨシ簀の表面には油分があり、このために剝離性はよい」と業者は云つている。古簀の劣化した剝離性の回復策として、簀に食用油を塗つたりしている場合もある。エーテルを浸ませた脱脂綿で簀の面を拭つた後、この脱脂綿をエーテルで抽出した。その結果、簀1枚当り、新ヨシ簀から5mg、古ヨシ簀から1mgの wax 様抽出物が得られた。抽出物は白～黄色を帯び、常温で液～固状、加温するときには約60°C以下で融けた。冷エーテル・冷石油エーテルには少し溶け、冷エタノール・冷キシロールには稍々溶け、加温するときには夫々の溶剤に対し易溶であつた。

新しいヨシ簀をエーテル・キシロール等の溶剤に浸して脱 wax 処理を行い、その剝離性をしらべた。即ち、脱 wax 処理をした簀にノリを抄いて日乾処理を行い、乾き終つたところで**第2表**に示す基準に従つて剝離性の程度について判定を行つた。毎回1～2枚の簀を用い15回試験を行つて**第3表**に示す結果を得た。無処理の新ヨシ簀にくらべ、脱 wax 処理した簀は少しではあるが剝離性の低下しているのが見られる。一般の古ヨシ簀にみられる程度にまで劣化した剝離性が、この脱 wax 処理の簀にみられないのは、脱 wax 処理が溶剤に1回浸漬しただけであるので、不完全な脱 wax 処理の条件であること、簀の表面は何等損傷を受けていないこと等によるものとも考えられる。

第2表　簀の剝離性判定の基準

剝離性の階級	剝離性の程度の説明
+2	はがれすぎる。日乾中にはがれてしまうこともある。往々にして、長方形のノリの形の歪んだ「タコ」になつてしまう。
+1	はがれ良好 } 実用とされるはがれ具合い。
0	はがれ普通 }
−1	はがれにくいが使用には一応耐える。
−2	はがれにくく使用に耐えない、無理にはがすとノリが破れてしまう。

第 7 表　撥水性シリコーン処理による合成樹脂製簀の剝離性の変化
（シリコーン Ⅱ、濃度 1 %）

剝離性の階級 / シリコーン処理の有無	易 ←…… 剝離性 ……→ 難					計
	+2	+1	0	−1	−2	
無処理合成樹脂製簀（対照）	1 (0)	25 (10)	222 (87)	9 (3)	0 (0)	257
シリコーン Ⅱ を噴霧処理した合成樹脂製簀	31 (97)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	32

各欄の数字は夫々の階級の剝離性をもつと判定された簀の枚数を示し、（ ）内の数字は各処理についての供試枚数に対する % である。

リコーン溶液が簀の内部にも浸みこんでしまうが、合成樹脂製の簀では内部には浸みこまぬことに起因するものとも考えられる。

実際面でのシリコーン処理について 2, 3 附言すれば、簀にシリコーンの被膜をつくる方法は噴霧か刷毛塗りが良い。シリコーン溶液中に簀を浸漬する方法は多量のシリコーン溶液を必要とする難点がある。シリコーン溶液所要量（ヨシ簀 1 枚当り）は噴霧法では 5～8cc であつたが、浸漬法では 36～41cc であつた。

シリコーン処理を行なつた簀も、使用の回数を重ねるにつれ、その剝離性は次第に低下してくるので、そのときにはシリコーン処理を再び行うことが必要とされる。1 回のシリコーン噴霧処理によつて、約 10 回の反復使用期間中実用に耐える程度の剝離性を保持していた。

シリコーンの被膜を簀の表面につくることによつて、簀の撥水性がよくなるのが認められたが、ノリの乾燥所要時間の短縮には効果はみられなかつた。

シリコーン処理をした簀を用いて乾燥したノリ製品は、貯蔵中に色調・光沢・風味等に異常は認められなかつた。

摘　　要

1. 簀はその表面が適度の粗面で疎水性をもつていることが、剝離性に関与する要素となつている。

2. 簀の面に撥水性シリコーンの被膜をつくることによつて、簀の剝離性は改善される。このシリコーン処理は剝離性の劣化した古簀の更生策として有効である。

終りにのぞみ、御教示をいただいた利用部長谷井潔博士、実験に御協力をいただいた八百和子氏、試料ノリの調製に便宜を与えられた和泉氏の各位に厚く謝意を表します。

尚、各種シリコーンの入手に際して、信越化学株式会社中央研究所長石塚俊三氏の御配慮をいただいたことに感謝致します。

文　　献

1) 梅本滋： 東北水研研究報告 **4**, 283-293 (1955)
2) 梅本滋・谷田専治： 同上, **8**, 70-77 (1956)
3) 丸一禎蔵： 島根県水試月報 **4**, No. 1, 18-24 (1959)

東北水研 研究報告
第 16 号
Mar. 1960

サ ン マ の 脂 質※

第1報 各種溶剤による肉脂質の分別

長 倉 克 男・川 崎 典 子

THE LIPID OF SAURRY (*CoLoLABIS SAIRA*)
I. THE FRACTIONAION OF LIPIDS IN THE FLESH OF SAURRY BY A SERIES OF SOLVENTS

By
Katsuo NAGAKURA and Noriko KAWASAKI

The content and condition of lipids in the flesh of saurry were studied after LOVERN's method[2)] in the flesh of haddock. Considering the fishing season, three batches of samples, collected in Sept., Oct., and Dec., from 1958 to 1959 were chosen.

The flesh of the saurry, after being removed from adipose tissue and divided into white and red muscle, was extracted with a series of solvents; petroleum-ehter, ethyl-ether, ehtyl-alcohol, and chloroform in the order given. Lipids extracted by petroleum-ether and ethyl-ether were considered as 'free' lipids, and those extracted by ethyl-alcohol and chloroform and then liberated after acid-hydrolysis were considered as 'bound' lipids.

Results of the fractionation in the white and red muscle are showed in Table 2–A and –B.

Codfish (*Gadus makua macrocephalus*) and the Alaska pollack (*Thereagra chaleogramma*) were used subjecting them to the same procedure to compare with the haddock (Table 3).

The results of the study are as follows;

1) Total lipids of saurry is higher in the fore-half of the fishing season and there after gradually decreases. Considering from the distribution of 'free' and 'bound' lipids, this variation is due chiefly to "free' lipids.

2) The variation of percentage of "free' lipids to total lipids is remarkabl-1 especially in the white muscle. The sample on Dec. is about 50 percent and the other two samples are 84 percent and 90 percent in avarage. It is assumed that this variation is caused by the physical and environmental conditions after long migration for spawning and feeding.

3) Codfish and the Alaska pollak appear to have the same distribution in 'free'

※ 東北海区水産研究所業績 第 151 号

and 'bound' lipids, but the haddock, according to LOVERN's data,[2] is quite different in having about 80 percent 'bound' lipids in total lipids.

魚油の成分についての本邦に於ける研究は極めて多く、且つ広範にわたつている。然しサンマのそれについてはその重要性にも拘らず、漸くここ数年 2, 3 の人々[1]によつて報告が出されている程度に過ぎない。サンマは北海道・東北区に於いて過去のニシン・イワシに代る多穫魚であり、鮮魚・加工品として食用に、又魚油・搾粕として飼料・肥料・化学工業用に大きな役割を果している。従つてその用途に応じ脂肪酸・グリセライド等の詳細な化学工業的な成分検索や、資源学・栄養学的な意味での生化学的研究も重要な事と思われる。本報告はサンマ脂質の検索の予備的実験として、肉中の脂質が量的及び質的などの様な状態にあるかを概観する為に、Lovern[2]の方法にならつて、種々の溶剤を用いて肉中の脂質を抽出し、検討したものである。

実験及び考察

実験に使用したサンマは 1958 年より 1959 年にわたり、塩釜港に水揚されたものから鮮度の極めて良好な群を選び、サンマの漁期を考慮して 9 月上旬・10 月中旬・12 月初旬の 3 回実験を行つた。その体長・体重・肥満度等は **第 1 表** の通りである。

第 1 表

試料番号	漁穫月日	体長 cm	体重 g	肥満度
1		29.0	108.5	4.4
2		29.6	114.0	4.4
3	1958.	27.8	95.0	4.4
4		28.0	90.0	4.1
5	10. 18	28.4	99.5	4.3
6		29.4	108.0	4.2
(平均)		28.7	102.5	4.3
7		28.5	85.0	3.7
8	1958.	28.0	80.0	3.6
9		28.0	92.5	3.6
10	12. 3	30.0	119.0	4.4
(平均)		28.6	94.1	3.8
11		31.4	161.5	5.2
12	1959.	29.6	116.0	4.5
13		31.4	144.8	4.7
14	9.13	32.0	157.1	4.6
15		30.4	141.5	5.0
(平均)		31.0	144.2	4.8

頭部を除去したサンマを三枚に卸し、皮下の脂肪組織の混入を避ける為、除皮に際しては皮に肉部の薄層をつけて削ぎ取り、白身肉・血合肉に分けた後、更に薄刃を以て肉の表面を削ぎ、肉質部を得た。之をホモゲナイザーにて磨砕・抽出に供した。

使用した溶剤は石油エーテル・エーテル・アルコール・クロロフオルムで、先づ石油エーテルで抽出したものをデシケーター中で一夜減圧・乾燥し、更に抽出を続け、抽出量が無視し得る程度(乾燥後抽出 2 回) に至つて次の溶剤に移る。以下の溶剤は乾燥処理を行はず抽出を行ない、最後に塩酸を以て分解、分解液中の脂質を抽出する。使用肉量は白身肉で 20 ~30g, 血合肉で 10 ~15g、溶剤は各回原肉量の約 5 倍容量を用いた。

抽出した脂質は各溶剤毎に肉量 (湿重量) に対する百分率を以て示し、夫々の脂質の沃素価を Wijs 法を以て測定した。その結果は**第 2 表 A, B** の通りである。

次に対照の意味で、サンマの様に血合肉・白身肉の画然たる区別もなく、脂肪組織を欠くマダラ・スケトウダラを試料として同様な実験を行い、併せて Lovern[2] による Haddock の実験結果と共に**第 3 表**に示した。

先に報告[3]した様に、サンマは東北海区の漁期前半の 9 月・10 月には体脂肪も最高の含有量を示し、後半漁場が金華山以南へ移動するに従つて含油率・肥満度もかなり急激に減少する。本実験の試料にもこの傾向が見られる。Lovern は石油エーテル・エーテルの様な蛋白に対する影響の少い溶剤で容易に抽出し得る脂質を遊離脂質, アルコール・クロロフオルムの様な溶剤によつて溶出

第2表A　白　身　肉

試料番号	石油エーテル I	石油エーテル II	石油エーテル III	石油エーテル 計	エーテル	遊離脂質	アルコール	クロロホルム	加水分解	結合脂質	総脂質	遊離脂質/総脂質
1	% 1.5	1.9	1.1	4.5	2.3	6.8	0.1	0.1	0.1	0.3	7.1	96
	I.V. 44.17	84.50	100.54		92.65		78.35	43.54				
2	% 0.8	1.2	0.3	2.3	1.3	3.7	0.1	0.2	0.1	0.4	4.1	90
	I.V. 66.55	109.38	126.54		116.40		92.41	45.84				
3	% 0.6	0.6	0.2	1.4	1.3	2.6	0.1	0.1	0.1	0.3	2.9	90
	I.V. 59.40	74.60	113.87		99.15		71.09	32.23				
4	% 0.6	0.6	0.4	1.6	1.1	2.7	0.1	0.04	0.1	0.2	2.9	93
	I.V. 60.78	77.42	109.45		99.37		87.09	31.85				
5	% 0.4	0.6	0.3	1.3	1.6	2.9	0.3	0.1	0.1	0.5	3.4	88
	I.V. 46.10	89.28	125.09		116.05		77.64	32.14				
6	% 0.8	0.5	0.1	1.4	1.0	2.4	0.2	0.1	0.1	0.4	2.8	87
	I.V. 52.09	77.87	110.42		99.71		69.74	44.80				
(平均)	%			2.1	1.4	3.5	0.2	0.1	0.1	0.4	3.9	90
7	% 0.2	0.4	0.2	0.8	0.2	1.0	0.5	0.2	0.3	1.9	2.0	50
	I.V. 66.24	75.05	110.77		112.24		90.25	66.02				
8	% 0.2	0.6	0.2	1.0	0.1	1.1	0.4	0.5	0.1	1.0	2.1	52
	I.V. 71.88	74.26	117.76		118.81		85.66	55.82				
9	% 0.1	0.3	0.1	0.5	0.6	1.1	0.8	0.2	0.1	1.1	2.3	52
	I.V. 66.01	79.37	124.37		112.05		86.93	54.48				
10	% 0.2	0.3	0.2	0.7	0.7	1.4	0.5	0.5	—	—	—	
	I.V. 49.23	74.92	96.67		86.48		81.86	50.96				
(平均)	%			0.8	0.4	1.2	0.6		0.2	1.0	2.1	51
11	% 4.6				2.6	7.2	0.3	0.2	0.1	0.6	7.8	92
	I.V. 101.8				111.1		78.8	64.9				
12	% 1.7				1.4	3.1	0.5	0.1	0.5	1.1	4.2	75
	I.V. 103.4				114.6		78.7	60.2				
13	% 1.1				1.0	2.1	0.4	0.1	0.1	0.6	2.7	75
	I.V. 98.6				112.7		35.4	58.6				
14	% 5.4				1.8	7.2	0.4	0.3	0.1	0.8	8.0	90
	I.V. 97.0				109.5		79.0	60.7				
15	% 3.6				1.1	4.7	0.5	0.1	0.04	0.7	5.4	87
	I.V. 97.0				104.6		77.1	63.7				
(平均)	% 3.3				1.6	4.9	0.4	0.2	0.2	0.8	5.7	84

し、或は加水分解によつて始めて抽出し得る様な脂質を蛋白との結合脂質としている。サンマの血合・白身両筋肉について之等の脂質を見るに、血合肉の総脂質は各時期に於いて平均 14%, 10%, 21% で、白身肉の夫々の 4%, 2%, 6% に比べて 3.5～5 倍に達して居り、且つ総脂質中の遊離脂質の占める割合は夫々 96%, 85%, 97% と、大部分が遊離脂質となつている。血合筋肉の機能の1つとしての盛んな Metabolism が遊泳活動に関与するといはれているが、筋肉脂質の大部分を占める遊離状態の脂質が之に参与しているものと思われる。この中 12 月初旬の試料番号 7～10 が他の2例に比べて総脂質の量も少く、遊離脂質の占める割合て稍々低い値いを示しているのは、後述する白身肉の脂質と併せて終漁期サンマの特徴を現わしている様に思われる。

白身肉に於いては総脂質量は血合肉に比べて遙かに少いが、遊離脂質の占める割合は試料番号 7～10 を除いては大体 90% 前後で、大部分が遊離状態にある。試料番号 7～10 の試料 (1958年 12 月初旬) は遊離脂質と結合脂質が略ゝ等分になつて居り、前述の血合肉の脂質分布状態と併せ

第2表B　血　合　肉

試料番号	石油エーテル I	石油エーテル II	石油エーテル III	石油エーテル 計	エーテル	遊離脂質	アルコール	クロロフオルム	加水分解	結合脂質	総脂質	遊離脂質/総脂質
1	% 14.9 I. V. 88.33	2.9 84.00	0.5 88.33	18.3	0.7 88.52	19.0	0.2 69.94	0.1 31.03	0.2	0.5	19.5	98
2	% 14.7 I. V. 107.54	2.7 91.76	0.3 90.02	17.7	1.0 80.86	18.7	0.6 73.74	0.1 36.02	0.3	1.0	19.7	95
3	% 8.1 I. V. 102.76	2.1 76.33	0.1 87.66	10.3	0.6 86.00	10.9	0.2 68.31	0.0_2 44.49	0.2	0.4	11.3	97
4	% 5.1 I. V. 94.33	4.7 88.35	0.2 105.39	10.0	0.5 63.57	10.5	0.2 84.97	0.0_3 30.25	0.3	0.5	11.0	96
5	% 5.9 I. V. 97.99	3.5 85.81	0.1 98.24	9.5	0.5 102.41	9.9	0.4 91.31	0.1 47.77	0.3	0.8	10.7	94
6	% 4.8 I. V. 89.68	4.7 80.35	0.3 93.31	9.8	0.9 89.53	10.7	0.3 77.84	0.2 33.66	0.2	0.7	11.4	95
(平均)	%			12.6		13.3	0.3	0.1	0.3	0.7	14.0	96
7	% 5.9 I. V. 83.32	0.7 90.16	1.5 98.20	8.1	1.6 73.54	9.8	1.0 69.72	0.1 32.09	0.3	1.4	11.2	89
8	% 2.8 I. V. 95.75	0.3 85.48	1.1 103.23	6.9	1.8 91.53	8.6	1.5 73.04	0.3 43.17	0.3	2.1	10.7	81
9	% 5.4 I. V. 94.62	1.3 75.36	0.8 102.07	7.6	1.3 88.61	8.9	0.7 73.34	0.2 35.79	0.2	1.1	10.0	90
10	% 3.8 I. V. 82.46	1.0 78.01	1.0 86.09	5.8	1.6 95.75	7.1	0.7 71.66	0.7 18.57	0.2	1.6	8.7	82
(平均)	%			7.1	1.6	8.7	1.0	0.3	0.3	1.6	10.2	85
11	% 25.4 I. V. 100.3				0.6 116.1	26.0	0.3 76.5	0.1 47.6	0.3	0.7	26.7	97
12	% 15.7 I. V. 89.1				0.9 120.5	16.6	0.1 71.9	0.1 39.8	0.1	0.3	16.9	99
13	% 14.5 I. V. 107.8				1.1 121.3	15.6	0.2 73.3	0.1 42.4	0.2	0.5	16.1	97
14	% 24.0 I. V. 102.7				1.0 115.2	25.0	0.3 72.9	0.1 43.7	0.2	0.6	25.6	98
15	% 19.4 I. V. 96.7				0.7 135.3	20.1	1.1 71.8	0.2 34.5	0.1	1.4	21.5	94
(平均)	% 19.8				0.9	20.7	0.4	0.1	0.2	0.7	21.4	97

て考えると、之等は特に際立つた値と思われる。この1例だけでは単に推察の域を出ないが、生理的には産卵或は広い海域にわたつての南下運動、又漁期初めとは全く異つた環境要因等の為、体力の消耗した状態にあつて、血合肉・白身肉何れもその脂質含量は極度に低下し、諸代謝の減衰により遊離脂質の保持が特に降下し唯体肉構成に必要な或る比率限度に近づいている傾向を示しているのではなかろうか。血合筋を持たず、活動性の乏しいマダラ・スケトウダラの総脂質中遊離脂質が 50~60% の数値を示している事と、サンマ白身肉の 51% の数値を関連づけるには、更に慎重な検討 (例えば飢餓状態に於けるサンマの脂質分布等) を必要とするが、遊離脂質が 90% 前後を占めめる事実と、サンマの索餌・産卵回游との関係も考慮に値すると思われる。

各々の溶剤によつて溶出する脂質の沃素価は白身肉・血合肉を通じ、石油エーテル・エーテル区分、即ち遊離脂質において高く、アルコール・クロロフオルム区分で次第に低くなつている。特にクロロフオルム区分では白身・血合何れの肉も共通して 30 から 50 乃至 60 と低い沃素価を持つているのが注目される。マダラ・スケトウダラではこの様なる傾向は見られなかつた。Lovern に

第3表

サンマ肉脂質（1. 1958年10月・2. 1958年12月・3. 1959年9月）の平均値とタラ類（1958年3月）脂質の分布状態

		石油エーテル %	エーテル %	遊離脂質 %	アルコール %	クロロフオルム %	加水分解 %	総脂質 %	遊離脂質/総脂質%
サンマ 白身肉	1	2.1	1.4	3.5	0.2	0.1	0.1	3.9	90
	2	0.8	0.4	1.2	0.6	0.4	0.2	2.4	51
	3	3.3	1.6	4.9	0.4	0.2	0.2	5.7	84
サンマ 血合肉	1	12.6	0.7	13.3	0.3	0.1	0.3	14.0	96
	2	7.1	1.6	8.7	1.0	0.3	0.3	10.3	85
	3	19.8	0.9	20.7	0.4	0.1	0.2	21.4	97
マダラ		0.11	0.21	0.32	0.26	0.02	0.01	0.61	52
スケトウダラ		0.11	0.17	5028	0.14	0.02	0.02	0.46	62
Haddock*		0.12	0.05	0.17	0.1	0.15	0.4 ～0.6	0.72 ～1.07	16～24

* J.A. Lovern . Biochem. J. 54, 1, 126 (1953)

よる Haddock の実験例では、加水分解により抽出される脂質が圧倒的に大で、他の区分に比し数倍に達し、従つてサンマ脂質とは逆に大部分が結合脂質となつているが、之は季節的変動の中の或る時期にこの様な現象が現われるのか、又は Haddock 肉の特色なのか現在不明である。

摘　　要

サンマ肉質部を血合・白身の部分にわかち、石油エーテル・エーテルで溶出する脂質を遊離脂質とし、アルコール・クロロフオルム・塩酸分解によつて溶出する脂質を結合脂質とし、その分布状態を調べた。

(1) 肉中の総脂質は血合肉では白身肉の約4倍程度の量を保有している。

(2) 血合・白身各肉中に含有される結合脂質の比率は殆んと差が無く、総脂質に現はれる大差は遊離脂質の為である。

(3) 遊離脂質は血合肉では 96～97%, 白自身肉で 90% 前後であるが、東北海区での終漁期の12月初旬の試料のみはこの比率が低く、特に白身肉での 51% は著るしく低い値であつた。生理的・環境的原因により本来の体肉構成にのみ必要な或る比率に近づいた値ではあるまいかと推論した。

(4) 沃素価の測定をするとクロロフオルに抽出区分が、血合・白身肉を通じて 30～60 の低い値を示していた。

文　　献

1) Tsuchiya Y. ; Kikuchi T. : Tohoku J. Agr. Res. **2**, 49 (1952)
Tsuchiya Y. ; Kayama M. : ibid., **5**, 269 (1954)
日高　徹；上野誠一；油脂化学協会誌 **4**, 313 (1955)
上野誠一：油化学 **6**, 165 (1957)
2) Lovern J. A. : Biochem. J. **54**, 126 (1953)
3) 長倉克男：東北水研研究報告 **7**, 54 (1956)

東北水研　研究報告
第 16 号
Mar. 1960

気仙沼附近の寒天原藻の性状※

谷井　潔・渡辺武彦

THE CHEMICAL PROPERTIES OF THE AGAROPHYTES NEAR KESENNUMA

By
Kiyoshi TANII and Takehiko WATANABE

The authors have been engaged in a research of the agarophytes collected from near Kesennuma City, Miyagi Prefecture.

In the experiments it was found that :

1) The ash of *Ceramium boydenii* is rich in iron content, the agar sol shows rather low relative viscosity and its gel is rigid.

2) *Gelidium vagum* shows a high agar content and the properties of the agar are excellent.

3) The properties of the agar processed from *Gelidium amansii* are nearly the same as those from Izu Peninsula (Shizuoka Prefecture), but the agar content of the former is poorer.

著者等は昭和 33 年宮城県気仙沼附近で採集された寒天原藻の化学的性状及びこれ等の原藻から抽出された寒天ゲルの性状について調査する機会を得た。その結果を報告する。

原　藻

試料は**第 1 表**の通りである。

第　1　表

試料番号	原藻の種類	採集場所	採集時期
1	アミクサ（イギス） *Ceramium boydenii* Gepp.	大島磯草	1958. 8. 6
2	〃	〃　—	〃. 〃. —
3	ヨレクサ *Gelidium vagum* Okam,	〃　—	〃. 7. —
4	テングサ *Gelidium amansii* Lmx.	〃　磯草	〃. 8. 6
5	〃　〃　〃　〃	大谷	〃. 〃. —
6	〃　〃　〃　〃	静岡須崎	1953. 6. 11

※ 東北海区水産研究所業績　第 152 号

これ等の原藻のうち試料 (6) は対照試料であり、採集深度は 12 尋との記載がある。

原藻の性状及び寒天の製造工程を表示すると**第2表**の通りである。表中各項について説明する。

第　2　表

試料番号	草歩	精撰原藻浸出液 pH(15°c)	精撰原藻塩基度 (mval)	原藻重量 (g)	原藻水分 (%)	煮熟水量 (c c)	煮熟時間 (hr)	風乾寒天収量 (g)	寒天水分 (%)	寒天無水物 精撰寒天無水物 (%)
1	88	7.6	+ 23.5	15	17.5	300 100	6.30 4.	4.25	24.41	29.5
2	84	7.7	+ 34.5	15	22.3	300 100	6.30 4.	4.15	24.72	31.9
3	95	6.6	+ 15.8	10	16.0	450 100	6.30 4.	4.65	24.66	44.0
4	83	6.8	+ 24.4	10	15.7	450 100	6.30 4.	3.05	23.40	33.4
5	78	7.6	+150.0	10	15.9	450 70	6.45 4.	2.6	25.34	29.6
6	89	7.6	+ 88.8	10	17.0	450 70	6.30 4.	3.85	25.38	39

草　歩

風乾原藻 10g を秤取し105°C で乾燥その水分を測定する。次に之に適当な水分を含ませ藻づき・水洗・風乾後 105°C で乾燥し両者の無水物の比を百分率で示す。

精撰原藻浸出液の pH[1)]

藻づき・水洗・風乾した原藻を細かにきざみ (5mm程度) 4 g を秤取し、蒸溜水 100c. c. を加え 18 時間 20°C で放置後、上澄液の pH をガラス電極を用いて測定した。pH の測定温度は 15°C であつた。

精撰原藻塩基度[2)]

藻づき・水洗・風乾細切した原藻約 2g を白金皿中に秤取 105°C で恒量とした。之に 0.5N Na_2CO_3 10c.c. を加え白金線でよくかきまぜる。更に 5c.c. の水を添加温浸後蒸発乾固した。初め低温で炭化、徐々に温度を高め 500°C で灼く。

灰化不充分な時は加熱を中止冷却し少量の水と数滴の H_2O_2 (30%) を加える。乾燥後再加熱し完全に灰化する。放冷後少量の水を加えてあたゝめ、時計皿で覆をして 0.5NHCl 20c.c. を加え約 15 分間静かに加熱する。

東洋濾紙 No. 3 を用い不溶解残渣を濾別し水洗液を合せ 0.5N NaOH でメチルオレンジを指示薬として滴定する。測定に当り使用した酸量より、加えたアルカリの総和を差引きし、100g の精撰原藻無水物に対する塩基度をミリ当量単位で表示する。

原　藻　重　量

藻づき・水洗・風乾してはいないが、草歩を測定する際に使用した風乾原藻と同一の状態にあつた。

煮熟条件

上欄は1番煮に対する数値である。煮熟はコツホ氏殺菌釜中にフラスコを置き、直火は避けて行つた。液温 98°C。表中記載の時間加熱を行つてから、ゾルはナイロン濾布を用いて圧搾分離・放冷・凝固させた。圧搾残渣は下欄の条件で2番煮を行い、1番煮の場合と同様に処理して心太を得た。1番煮・2番煮の心太を併せ天突きを行つて 24 時間 (−5°C～−10°C) 冷凍後、水道水に漬けて氷を融解し遠心脱水後風乾した。

寒天

風乾寒天はその収量をはかり、一部について水分を測定した。次に寒天無水物の精撰原藻無水物に対する収率を、原藻の草歩を考慮に入れて計算した。

寒天膠質の特性

分析方法

寒天膠質の性状分析はゾルの凝固温度[3] (ts) 及びゲルの融解温度[1] (tm) の測定により行つた。風乾寒天約 2g をコルベンに秤取して 100c.c. の水を加え、コツホ氏殺菌釜中で 98°C 60 分間加熱し、ナイロン濾布で濾す。一部の濾液は外径 13mm, 内径 11mm, 長さ 150mm の栓付試験管に 5c.c. づつ注入し、栓をして1晩室温に放置後、谷井の方法[4] に従つてゲルの融解温度を測定した。他の一部は同じく谷井の方法[3] に従つてゾルの凝固温度を測定した。又残りの部分についてその膠質濃度〔C〕を測定した。得られた実験結果は**第3表**に示す。

第 3 表

試料番号	ts	tm	[c]
1	33.9	86	1.51
2	32.7	84.5	1.66
3	33.9	98 +	1.91
4	32.3	98 +	1.59
5	32.2	98 +	1.69
6	32.6	98 +	1.67

谷井の寒天に関する研究(続報)[5] **第1・2表**の結果から、1.5% ゾルの凝固温度を推定すると(1)以外約32°C 程度と考えられる。従つて(1)以外の寒天ゲルの剛性係数 Crsは、同じく**第1・3図**[5] の結果から、谷井[6]が先に関西寒天について得た数値**0.8** 程度を示すものと考えて大過はないであろう。

又ゲルの性質を示す Cc/Cr[7] の項は、先に谷井[8] が示したゲルの融点と Cc/Cr との関係から、(1)・(2) は低く、(3)～(6) は著るしく大きい。更に同濃度のゾルの相対粘度[9] も (1)・(2) は比較的低く、(3)～(6) は著るしく高い数値を示す事が推定される。

原藻の灰分

種類を異にする(1)・(3)・(6) の各精撰原藻を乾燥重量で約 1.5g になる様に秤取し 110C° で恒量にする。電気炉中で徐々に温度を上昇させ、500°C で灰化した。之を稀硝酸に溶解させて常法により第1族及び第2族の金属の不在を確め、NH_4Cl の存在下で NH_4OH と H_2S により第3

族金属を分離した。沈澱は黒色、濾別灰化してその重量をはかつた。次に濃 HCl 1c.c. 及び水 50 c.c. を加えて溶かし、黄血塩により鉄の存在量を比較した。これ等の実験結果は**第 4 表**に示す。即ちアミクサ中にはヨレクサ、テングサ等より鉄の含量がかなり多いと推定される。

第 4 表

試料番号	精撰原藻無水物に対する灰分 (%)	灰分に対する第3族金属酸化物量 (%)	… Fe の検出量
1	5.5	14.7	++++
3	5.7	10.	+
6	7.9	9.8	++

考　　察

寒天原藻は採集場所・時期更に寒天の製造過程の相違等によつて同一種であつても、その評価を異にするものと考えられる。従つて我々が今回取扱つた寒天ゲルの性状も、固定的なものとは云われない。然しながらこの製造条件によると、アミクサのゲルの剛性係数は中等程度でしかもゾルの相対粘度が高くないと推定される点は、取扱い易い原藻である事を示し、従来凝固力の弱い配合藻[10]としてのみ取扱われて来た事実と反し、再評価されるべきものであろう。然しアミクサを多量に配合して寒天を製造する事は、その鉄の含量の多い点から、製品寒天ゲルの色沢を劣化させるおそれもなしとしない[11]。ヨレクサの寒天ゲルの性状は従来記載はない様である。その寒天無水物の精撰原藻無水物に対する比率は高く、そのゲルの性状もよい点等は、その生産量を増加させ得れば優良な寒天原藻資源となり得るであろう。

(4)・(5) のテングサは、(6) の伊豆産のテングサと比較すると、寒天無水物の精撰原藻無水物に対する割合も低く、ゲルが同一濃度において同一程度の剛性係数を示すとしても、その評価は低い事は免れない。然しゲルの Cc/Cr は差が認められなかつた。又 (5) の精撰原藻塩基度の著るしく高い点は、原藻の寒天含有率の低い事と共に注目に価する。これは原藻表面に密着していた石灰藻の阻害作用により、寒天の形成が少ないためかもしれない。この点は今後の研究に俟ちたい。

総　　括

(1)　著者等は気仙沼附近の寒天原藻の性状を調査した。

(2)　著者等の実験条件で、アミクサはゾルの相対粘度が低く、しかもその剛性係数は低くない。然しその鉄の含有が多い点は、寒天製造に当つて配合比率に注意を要する。又ヨレクサは強靱なゲルをつくり、その寒天含有率も高かつた。

(3)　テングサは、ゲルの性状は伊豆産のそれと比較して差はなかつたが、寒天含有率は低かつた。

本研究に終始激励を頂いた木村所長、試料を採集して頂いた宮城県水産試験場気仙沼分場の各位、対照試料を採集して頂いた東海区水産研究所川名部長、更に学名の同定をして頂いた本所黒木技官に厚く感謝の意を表します。

参　考　文　献

1) 谷井：東北水研研報 **9**, 32 (1957)
2) 〃　：　〃　〃 31 (〃)
3) 〃　：　〃　**15**, 69 (1959)
4) 〃　：　〃　**9**, 54 (1957)
5) 〃　：　〃　**15**, 71 (1959)
6) 〃　：　〃　**9**, 27 (1957)
7) 〃　：　〃　〃, 10 (〃)
8) 〃　：　〃　〃, 54 (〃)
9) 〃　：　〃　**15**, 75 (〃)
10) 木村金太郎：寒天に関する調査報告 70 (1917)
11) 谷井：東北水研研報 **9**, 44 (1957)

東北水研 研究報告
第 16 号
Mar. 1960

東北海区産底魚類のビタミンA含有量※

山 村 弥六郎・武 藤 清一郎

VITAMIN A CONTENTS OF THE BOTTOM FISH PRODUCED IN THE TOHOKU SEA REGION

By
Yarokuro YAMAMURA and Seiichiro MUTO

1. The vitamin A contents of the bottom fishes and their food-organisms : — a species of flounder (BABAGAREI), *Microstomus achne* JORDAN et STARKS ; a species of flounder (HIREGURO), *Glyptocephalus stelleri* (SCHMIDT) ; the shark-skin flounder (SAMEGAREI), *Clidoderma asperrimum* (TEMMINK et SCHLEGEL); the oil sole (ABURAGAREI), *Athresthes evermanni* JORDAN et STARKS ; the coral rock fish (KICHIJI), *Sebastolobus macrochir* (GÜNTHER) ; the rock cod (MENUKE), *Sebastodes* sp. ; a species of flounder (EZOKARASUGAREI), *Reinhardtius hippoglossoides* (WALBAUM) ; a species of cod (ITOHIKIDARA or UKEGUCHIDARA) *Laemonema longispes* SCHMIDT — which live in the deep water of the TOHOKU sea region, were studied since 1951 in relation with the catch statistical and biological studies carried out by the HACHINOHE branch of the TOHOKU regional fisheries research laboratory, employing the Carr-Price method for the liver and visceral oils and Fujita-Hirao's method for meat and food-organisms. The results are summarized in Tables 1–10 and Tables 11–15.

2. Linear increases of the vitamin A aganist the body-length were observed by plotting the data of the liver and the visceral oil of these fishes on the semi-logarithmic paper (Figs. 1–5).

Putting the maximum accumulation of the vitamin A, Y, the initial value, Yo and the body-length, l, we have :

$$Y = Y_0 10^{\delta l}$$

where, δ denotes a coefficient to attain the maximum accumulation of the vitamin A.

The values of δ lie between 0.074–0.081 for four sepcies except the coral rock fish (See Table on page160).

3. The Vitamin A contents of meat fluctuate within 6–20 percent of the total amount of the fish body in the case of KICHIJI, the BABAGAREI and the SAMEGAREI, while that of the oil sole and the rock cod are very scanty (Tables 11–14).

4. Vitamin A analysis were also made for the food-organisms separated from the

※ 東北海区水産研究所業績 第 153 号

stomachs of these bottom fishes and is summarized in Table 15.

It will be seen from Table 15 that the differences of vitamin A contents are not so large among these species, e.g., crastaceas, annelidas, polychaetas, echinodermatas or cephalopods, but fairly high potency are estimated in fishes, though there is distinction that some species have carotenoids but others have no carotenoids.

1. 緒　言

東北海区の底魚について当水研八戸支所において調査研究を行つているが、その調査項目は主として漁獲統計学的生物学的のものであり、資源の質、生化学乃至は加工原料学的区分についてはなされていない。

著者らはこの点に注目し1951年頃より八戸支所において採集した底魚のビタミンA含有量について測定をつづけて来たが、アブラガレイについてはすでに本研究報告第4号[1]および第12号[2]に詳細に報告した。

今回報告するのは左記の魚種[3][4][5]のビタミンA含量およびその餌料生物のA量についてである。

ババガレイ[3]	*Microstomus achne* (JORDAN et STARKS)
サメガレイ[3]	*Clidoderma asperriucum* (TEMMINCK et SCHLEGEL)
ヒレグロ[3]	*Glyptocephalus stelleri* (SCHMIDT)
アブラガレイ[3]	*Athresthes evermanni* JORDAN et STARKS
キチジ[3]	*Sebastolobus macrochir* (GÜNTHER)
メヌケ類[10]	*Sebastodes spp.*
エゾカラスガレイ[4]	*Reinhardtius hippoglossoides* (WALBAUM)
イトヒキダラ(ウケグチダラ)[5]	*Laemonema longipes* SCHMIDT

2. 測定方法および単位の表はし方

試料は八戸支所の調査船にて採捕され漁場・深度の判明しているものより任意抽出し、魚体長、体重等を測定後内臓（肝、幽門垂、腸）を分け、メタノール漬として持参または郵送し、塩釜の東北水研利用部研究室において分析に供した。

分析方法は試料を蒸発皿にとり原重量に至るまで、湯煎上にてメタノールを蒸発し去り、之れに2～3倍量の脱水芒硝を加え、乳鉢にて磨砕し精製エチルエーテルを用いて数回抽出し、抽出液を合せて減圧下にエーテルを留去しビタミン油を得て之を秤量する。

ビタミンA（以下VAと記す）の測定は肝油および臓油の場合は実験の都合上「大島式比色計」を用いて測定し、肉および餌料の場合は平尾氏等[6]の方法に習つて、不ケン化物をとりアルミナ塔クロマトによりA区分を分け$SbCl_3$試薬による呈色度を620mμにおいて日立製EPU-2型分光光度計にて測定し、Aを計算した。

単位の表わし方……大島式による場合は、肝油単位（CLOU）で表わした。純ビタミンA（1g）の肝油単位は大約10,000であるから[7]、1 CLOUは0.1mg（100γ）のAに相当する。依つてCLOU

0.1 を乗じて mg 数を出した。また国際単位（I.U.）に直おすには 1 I.U. = 0.3γ 純 A であるから CLOU を 333 倍すればよい。

厳密には肝油の種類により、また CLOU の範囲により 333 の換算係数はかなり変動するが、今回の研究の如き魚種間または個体間の大まかな A 濃度の差を比較する場合はそれ程こまかく考える必要もない。そこで特に必要のない限り CLOU の儘で考察をすゝめることにした。

肉および餌料中の VA 量の場合は藤田氏等[8] の筋肉中 A の定量法に従って IU/100g で表わした。

3. 結果およびその考察

魚体における主な VA の貯蔵所は、肝臓とそれに附随した幽門垂と腸とであるが、先ずすべての魚について肝臓中の A をまた一部の魚について幽門垂と腸* の A を測定した。

そこで魚種別に測定結果を表示すると

第 1～10 表の通りである。

また肉中の A 量と肝臓および他の内臓、卵巣中の A 量等を比較対照した値を第 **11～14 表**に、胃内容物中より撰別採集した餌料中の VA 含量を測定した値を**第 15 表**に示した。

第 1～10 表を通覧して平均の肝総 A、幽総 A、1 尾当り総 A を比較してみると

	体長	肝総 A CLOU	幽総 A CLOU	1尾当り総A (mg)
ババガレイ	12.4—39.5cm	3.75	—	0.38 $+\alpha$
サメガレイ	15.5—45.0 〃	35.7	—	3.6$+\alpha'$
〃	34.0—43.0 〃	118.0	23.0	14.2
キチジ	10.5—30.0 〃	63.2	—	6.3$+\alpha''$
〃	19.7—23.6 〃	12.7	2.95	1.5
メヌケ	38.2—48.3 〃	2400	—	240$+\alpha'''$
ウケグチダラ	44.0—54.5 〃	43.4	—	4.4$+\alpha''''$
ヒレグロ	20.3—25.0 〃	0.43	0.03	0.045
アブラガレイ	50.4—59.5 〃	500	1575	208
エゾカラス	26.3—50.5 〃	13.0	34.8	5.1

のように肝総 A はメヌケが最高でアブラガレイがこれにつぎ、サメガレイ・キチジが可なり多いが、ウケクチダラ・エゾカラス・ババガレイは余り多くない。ヒレグロは甚だ少い。

幽門垂 A はサメガレイ・キチジ・ヒレグロは肝 A に比して取るに足らないが、アブラガレイ・エゾカラスでは約 3 倍も幽門垂に多くビタミン A 原料として見逃すことは出来ない。殊にアブラガレイの幽門垂において最高 7000 CLOU のものが見出されているのは驚異に値する。これは幽門垂油の殆ど 2/3 が純 A よりなることを示すもので、如何なる機作によつてかくもビタミン A が濃縮されるものか興味深い問題である。

1 尾当りの A 量を幽門垂 A を測定していないものを仮りに $+\alpha$ として考慮しつつ** 比較してみると、メヌケがやはり最高で、アブラガレイがこれにつぎ、サメガレイ・キチジ・エゾカラスな

* 以後腸は幽門垂に含めて考える。

** $+\alpha$ が肝総 A の 3 倍を上廻るのはアブラガレイだけのようである。

第1表　ババガレイのビタミンA含有量

時期	漁場 深度	性別	体長 cm	体重 g	肝臓 g	含油量 %	ビタミンA (CLOU) 濃度	ビタミンA (CLOU) 総量	1尾当りA量 mg	食餌
'51-5	泊沖	不明	39.5	1,105	4.0	5.5		4.9	0.5	
	250m	〃	34.5	685	5.0	〃	22.2	6.1	0.6	
-9		♀	39.5	1,055	17.8	17.2	8.6	26.5	2.7	
		〃	27.5	435	8.4	17.9	1.7	2.60	0.06	
		〃	22.5	250	2.6	11.2	9.7	2.8	0.3	ヨコエビ
	150m	〃	26.0	360	5.9	9.2	3.3	1.8	0.2	
		〃	21.7	198	2.6	13.2	4.4	1.5	0.2	
'52-1	〃	〃	15.2	52	1.4	9.2	3.9	0.5	0.1	カレイ、エビ
	250m	〃	33.0	980	15.7	18.8	0.4	1.18	0.1	
		♂	29.5	600	6.7	41.0	0.19	0.52	0.1	
		♀	17.5	115	1.8	14.0	1.66	0.42	0.04	
-3	250m	〃	41.3	1,345	23.6	6.0	6.3	9.0	0.9	ヨコエビ
	150m	♂	26.9	361	4.8	18.0	0.81	0.7	0.1	オヨギイソギンチヤク
'52-3	泊沖	♂	17.0	75	1.0	20.0	1.7	0.545	0.03	
-5	〃	♀	36.6	870	15.2	9.1	1.6	2.21	0.2	ゴカイ
	300m	〃	33.7	736	15.2	4.0	5.1	3.1	0.3	ヨコエビ
	150m	〃	20.1	147	2.0	6.2	9.8	1.18	0.1	
		♂	20.4	135	2.4	3.1	5.5	0.415	0.04	ゴカイ
-7	300m	♀	26.2	430	13.0	9.5	4.0	4.95	0.5	ゴカイ
		〃	35.0	930	6.0	5.8	1.2	0.42	0.04	
		♂	35.0	735	4.9	6.0	1.4	0.41	0.04	ゴカイ
		♀	25.0	300	3.3	6.4	1.4	0.295	0.03	
'51-5	小名浜沖	♀	38.0	1.092	11.0	25.1	9.9	27.4	2.7	
	250m	〃	34.5	842	4.0			10.0	1.0	
		♂	28.0	408	2.0			5.0	0.5	
'51-5	宮古沖	♀	37.0	925	9.3	4.7	2.5	1.1	0.1	
		〃	31.5	505	2.7	6.9	2.0	0.37	0.04	
		♂	24.5	195	2.0	7.6	1.0	0.15	0.02	
'51-11	ユリ上沖	♀	31.0	540	8.5	10.0	1.5	1.28	0.1	ゴカイ
	450m	不明	12.0	35	0.4	—	—	—	—	ゴカイ
'52-1		♀	35.0	1,130	21.1	7.5	0.5	0.79	0.08	
	150m	♂	20.5	130	1.8	11.8	0.7	0.15	0.02	
	250m	♀	20,1	153	2.0	17.3	0.8	0.28	0.03	
	450m	〃	38.6	1,275	23.6	17.0	0.7	2.8	0.3	
		♂	31.5	648	7.7	30.5	0.6	1.4	0.14	
-3	〃	〃	32.8	617	11.5	3.2	0.3	0.11	0.01	
	260m	〃	25.8	289	5.0	7.4	0.2	0.074	0.01	
	〃	〃	12.4	31	0.7	8.7	1.3	0.079	0.01	
-5	〃	〃	31.7	620	8.6	15.8	0.1	0.134	0.01	ヨコエビ、ゴカイ
	230m	♀	29.5	535	5.5	7.3	9.3	0.37	0.04	ヨコエビ、ゴカイ、クモヒトデ
		♂	21.3	170	2.3	17.0	0.5	0.195	0.02	
		♀	18.5	140	2.4	7.0	0.8	0.135	0.01	
-7	〃	〃	40.5	1,600	23.8	14.4	4.0	13.7	1.4	イソギンチヤク
	250m	〃	40.0	1,650	50.0	13.7	2.0	13.7	1.4	ゴカイ、ウロコムシ
	〃	〃	21.7	225	4.7	5.2	1.8	0.49	0.05	
		♂	21.3	250	3.1	5.9	2.9	0.53	0.05	
-9		♀	37.0	1.090	25.6	16.4	4.0	16.8	1.7	
	270m	♂	32.5	735	19.3	25.7	1.2	6.0	0.6	
	〃	〃	32.0	664	16.0	23.4	2.0	7.5	0.8	
		♀	30.8	675	23.5	18.0	3.0	12.8	1.3	
54-12	塩釜沖	〃	36.5	897	25.5	8.2	0.26	0.545	0.05	
	〃	〃	29.0	383	9.7	7.5	0.12	0.088	0.01	
55-3		♂	26.5	293	5.0	14.8	1.58	1.17	0.12	
〃		♀	27.0	438	6.5	2.5	17.6	2.86	0.3	
		〃	28.0	473.5	8.5	3.9	6.2	2.15	0.2	
	平均		29.0	590	9.6	12.2	3.5	3.75	0.38	

第2表　サメガレイのビタミン A 含有量 (1)

時期	漁場 / 深度	性別	体長 cm	体重 g	肝臓 g	含油量 %	ビタミンA (CLOU) 濃度	ビタミンA (CLOU) 総量	1尾当りA量 mg	食餌
'51.5	泊沖	♀	38.5	1,205	30	20.0	4.7	28.2	2.8	
	250m	不明	32.5	705	25	20.1	4.6	23.5	2.4	
		〃	27.0	455	15	20.0	4.7	14.1	1.4	
	トマコマイ沖	不明	42.0	1,520	30	18.6	5.3	29.6	3.0	
	250m	〃	33.5	820	4	18.6	5.3	3.9	0.4	
'51-9	泊沖	♀	31.4	1,378	31.3	11.2	4.1	14.4	1.4	クモヒトデ
	150m	♂	24.9	330	10.0	19.6	6.1	12.0	1.2	
	250m	〃	26.5	450	8.9	23.2	0.7	1.45	0.15	ハダカイワシ
		不明	15.5	90	0.5	24 3	5.8	0.71	0.1	
'51-10	エサン沖	♂	29.0	635	20.0	42.9	1.3	11.2	1.1	
	250m									
	800m	〃	32.5	830	18.5	23.3	12.0	52.0	5.2	
'51-11	泊沖	♂	27.0	435	9.0	18.2	5.7	9.4	0.9	
	340m	♀	34.7	970	22.4	14.6	5.4	17.6	1.8	
'52-1	泊沖	〃	31.1	860	21.6	41.9	0.5	4.6	0.5	クモヒトデ
	250m	♂	28.1	578	19.7	19.3	4.2	16.0	1.6	
'52-3	泊沖	♀	38.6	1,550	35.1	22.9	10.0	81.0	8.1	クモヒトデ
	400—450	〃	32.7	1,018	29.7	42.0	0.4	5.0	0.5	クモヒトデ、ヨコエビ
		♂	24.6	374	9,4	30.0	1.6	4.5	0.5	クモヒトデ
'52-5	泊沖	♀	45.0	2,140	51.5	10.8	30.0	182	18.2	ゴカイ、クモヒトデ
	500m	〃	41.0	1,820	37.0	18.0	7.0	47.0	4.7	ゴカイ、クモヒトデ
'52-7	泊沖	〃	30.2	885	26.0	27.0	1.0	7.0	0.7	クモヒトデ
	360m	♂	29.3	696	29.0	38.7	1.1	12.4	1.2	
		♀	38.9	1,792	56.6	24.8	6.0	84.0	8.4	クモヒトデ、ヨコエビ、ゴカイ
'51- 5	宮古沖	♂	44.5	1,915	36.4	21.2	8.5	65.5	6.6	クモヒトデ
	340m	♀	37.0	1,020	15.0	18.3	0.5	1.4	0.1	
		♂	30.5	755	15.6	32.8	0.2	1.02	0.1	
'51-11	ユリ上沖	〃	28.5	540	14.7	10.6	9.0	14.0	1.4	
	451m	♀	40.0	1,670	42.8	19.4	1.7	14.1	1.4	
'52-1	ユリ上沖	〃	33.0	1,005	30.2	17,9	0.9	4.9	0.5	
	450m	♂	23.5	410	9.4	22.5	0.3	0.63	0.1	
'52.3	ユリ上沖	♀	36.4	988	18.0	2.6	9.5	4.5	0.5	ツキハダオキアミ
-5	260m	〃	42.0	1,700	58.0	7.1	8.0	33.0	3.3	
	220- 250	♂	31.8	810	29.1	28.1	0.2	1.64	0.2	
		〃	26.5	420	14.1	21.8	0.1	0.31	0.03	イカ
'52-7	ユリ上沖	♂	38.0	1,860	47.1	18.2	0.2	1.72	0.2	クモヒトデ
	250m	〃	38.0	1,820	61.8	19.9	0.4	4.9	0.5	
		〃	30.0	760	18.8	24.0	0.2	0.9	0.1	
		♂	31.0	800	16.0	28.6	0.2	0.92	0.1	
	450m	〃	32.2	890	38.1	20.9	4.0	32.0	3.2	クモヒトデ
		〃	30.8	720	39.0	21.2	3.5	28.8	2.9	クモヒトデ
'52-9	ユリ上沖	♀	36.8	1,360	35.5	34.8	5.0	62.0	6.2	クモヒトデ
	450m	♂	27.1	477	19.2	19.0	4.0	14.6	1.5	
		〃	28.5	524	11.5	28.0	3.6	11.6	1.2	
'59-9	八戸沖	♀	38.0	1,362	38.0	12.6	10.0	53.0	5.3	
	450m	〃	43.0	2,000	37.0	16.3	40.0	241.0	*24.1	
		〃	34.0	1,140	24.5	22.6	4.0	22.2	2.2	
		〃	30.5	995	38.0	32.2	—	—	—	
		〃	39.5	1,425	31.0	9.1	50.0	142.0	14.2	
		〃	40.0	1,520	29.0	13.0	20.0	76.0	*7.6	
		〃	38.5	1,370	31.0	22.0	26.0	177.0	17.7	
		〃	34.0	1,230	33.0	29.2	4.0	38.5	*3.9	
		♀	33.5	1,025	25.0	29.9	6.0	45.0	4.5	
		♂	33.0	870	28.5	38.8	2.0	22.1	2.2	
	平均		33.3	1.035	27.0	22.5	67,0	35.7	3.6	

第3表　キチジのビタミン A 含有量 (1)

時期	漁場 深度	性別	体長 cm	体重 g	肝臓 g	含油量 %	ビタミンA (CLOU) 濃度	ビタミンA (CLOU) 総量	1尾当りA量 mg	食餌
'51-5	エリモ沖 400m	不明	26.0	395	5.0	8.2	13.4	5.5	0.55	
	泊沖 450m	〃	27.5	505	5.0	35.0	12.8	22.4	2.24	
		〃	22.0	295	10.0			45.0	4.50	
'51-9	泊沖 150m	〃	12.0	51	2.0	16.5	1.2	0.4	0.04	エビ
		♀	10.6	30	1.3	22.2	1.0	0.28	0.03	
	250m	♀	26.0	450	27.2	45.0	2.2	27.0	2.70	
		〃	17.5	170	5.6	51.0	1.1	3.14	0.31	
		♀	12.0	60	0.7	36.4	2.4	0.61	0.06	
'51-11	泊沖 340m	♀	26.5	480	13.0	20.8	3.3	9,0	0.90	
		〃	10.5	30	1.2	20.1	1.4	0.34	0.03	
'52-1	泊沖 350m	♀	18.1	155	7.2	37.0	1.2	3.2	0.32	
		♂	21.8	317	19.8	42.8	0.4	3.4	0.34	
'52-3	泊沖 400m～ 450m	♀	25.4	510	16.5	21.7	6.3	22.6	2.26	
		〃	20.0	260	17.5	55.0	0.4	3.85	0.39	
		〃	14.0	80	4.0	36.6	0.3	0.44	0.04	エビ
'52-5	泊沖 500m	♀	16.9	116	1.7	15.0	0.4	0.10	0.01	
		〃	18.0	124	2.4	22.5	0.7	0.38	0.04	
		〃	23.5	329	5.4	8.3	11.8	5.3	0.53	ゴカイ
		♂	20.5	260	4.3	12.2	4.4	2.37	0.24	ゴカイ、オキアミ、クモヒトデ
'52-7	泊沖 300m	♀	24.6	368	6.1	9.3	22.2	12.7	1.27	
		〃	17.1	132	2.2	13.9	1.5	0.46	0.05	
		〃	13.1	61	1.1	26.8	0.9	0.27	0.03	クモヒトデ
'54-6	エリモ沖 100m	♀	27.0	570	14.5	19.1	47.5	132	13.20	
		〃	30.0	795	27.0	54.5	16.8	250	25.0	
		〃	24.7	521	14.0	20.7	45.0	130	13.0	ヨコエビ、クモヒトデ
		♀	24.9	581	13.0	16.1	58.0	122	12.2	
		〃	27.6	580	11.5	20.7	110.0	263	26.3	トヤマエビ
		〃	26.3	600	9.7	21.9	660	1400	140.0	コオリカジカ
		〃	26.9	640	15.0	22.2	100	334	33.4	トヤマエビ
		〃	27.6	622	14.0	22.8	78.0	250	25.0	〃
		〃	26.7	561	12.5	14.0	52.0	92	9.2	トヤマエビ、クモヒトデ
		♂	26.6	585	13.5	12.0	80.0	130	13.0	
'51-3	宮古沖 420m	♀	27.0	6 50	22.8	65.0	3.1	46	4.6	
		〃	27.0	700	18.5	38.5	9.1	65	6.5	
		〃	28.0	6 50	19.6	43.0	9.0	75.5	7.55	
		不明	24.8	500	11.1	29.0	13.1	42.5	4.25	
		〃	24.0	450	11.3	37.0	6.9	29.0	2.90	
'51-5	宮古沖 340m	〃	28.0	465	70.0	29.8	4.0	83	8.3	
		〃	20.0	198	4.0	24.4	0.6	0.59	0.06	
'51-11	ユリ上沖 450m	不明	27.0	490	24.8	21.5	11.8	63	6.3	
		〃	13.5	60	3.4	31.6	1.5	1.62	0.16	小魚
'52-1	ユリ上沖 450m	♀	11.0	40	2.0	23.0	0.4	0.18	0.02	オキアミ、クモヒトデ、イカ
'52-3		〃	19.5	90	1.8	26.5	6.5	3.12	0.31	
	400m	不明	13.0	28.5	0.9	36.5	0.7	0.23	0.02	
		〃	11.5	15.5	0.7	25.5	0.2	0.04	0.00	
'52-5	ユリ上沖 420m	♀	25.5	465	29.0	36.2	0.2	0.21	0.02	イカ
		〃	25.0	405	12.0	32.8	1.1	4.35	0.44	トヤマエビ
		♂	19.7	225	12.4	41.7	0.1	0.52	0.05	オキアミ
		〃	18.5	170	8.2	43.5	0.4	1.43	0.14	オキアミ
'53-7	ユリ上沖 450m	♀	24.2	500	32.0	46.7	0.8	12.0	1.20	イカ、ヤドカリ
		〃	27.5	650	29.5	53.9	1.2	19.0	1.90	イカ、クモヒトデ
'52-7	ユリ上沖	〃	14.5	95	5.0	37.0	0.6	1.12	0.11	クモヒトデ
		♂	15.0	105	4.8	19.4	0.04	0.04	0.00	クモヒトデ
'52-9	ユリ上沖 450m	♀	25.0	479	22.0	26.7	10.0	59.0	5.90	
		〃	24.2	398	15.5	25.0	9.0	35.0	3.50	
		♂	16.7	134	7.0	33.5	1.1	2.6	0.26	
		♀	17.5	130	6.0	29.0	2.5	4.35	0.44	
'54-12	塩釜沖	♂	25.5	409.5	27.4	16.4	2.25	10.2	1.02	
		♂	29.0	678.5	25.2	35.7	0.64	5.75	0.58	
		〃	29.0	612	10.0	7.8	0.55	0.43	0.04	
'55-2		♂	22.5	358	26.0	50.8	1.34	17.8	1.78	
		〃	22.0	264.5	5.0	41.1	1.72	3.55	0.36	
	平均		22.0	355	12.4	28.5	24.0	63.2	6.3	

第4表　メヌケのビタミン A 含有量

時期	漁場	性別	体長 cm	体重 g	肝臓 g	含油量 %	ビタミンA(CLOU) 濃度	ビタミンA(CLOU) 総量	1尾当りA量 mg
'54-9	エリモ沖	♀	48.3	2,720	44.0	21.0	580	5360	536
		〃	44.6	2,350	44.0	18.1	445	3550	355
		〃	45.8	2,345	43.0	18.2	570	4450	445
		〃	43.4	2,092	33.0	19.2	480	3050	305
		〃	45.2	2,330	34.5	17.6	420	2550	255
		〃	38.3	1,565	36.0	28.0	120	1210	121
		〃	41.0	1,585	16.5	13.2	650	1420	142
		〃	47.2	1,530	43.0	16.1	375	2600	260
		〃	43.6	1,125	37.5	13.3	530	2650	265
		〃	46.5	2,265	28.0	8.5	560	1340	134
		♂	38.2	1,375	20.5	17.1	122	426	42.6
		〃	41.6	1,796	25.5	13.0	590	1960	196
		〃	41.6	1,753	28.5	11.7	670	2250	225
		〃	40.9	1,579	21.0	8.0	540	910	91
	平均		43.2	1,880	32.5	16.0	475	2400	240

第5表　ウケクチダラのビタミン A 含有量

時期	漁場	性別	体長 cm	体重 g	肝臓 g	含油量 %	ビタミンA(CLOU) 濃度	ビタミンA(CLOU) 総量	1尾当りA量 mg
'52-5	三陸沖	♀	51.5	675	70	75	1.3	68	6.8
		〃	54.5	655	40	75	1.3	39	3.9
		〃	46.0	430	40	75	1.2	36	3.6
		〃	45.0	460	55	75	1.2	49.5	5.0
		〃	44.5	530	55	75	1.2	49.5	5.0
		〃	44.0	350	30	75	1.2	27	2.7
		〃	45.5	470	45	75	1.2	40.5	4.1
		〃	48.5	515	45	75	1.0	37	3.7
		〃	49.0	435	25	75	1.0	21	2.1
		〃	49.0	645	80	75	1.1	66	6.6
	平均		47.8	516.5	48.5	75	1.2	43.4	4.4

第6表　ヒレグロのビタミン A 含有量　(昭和 34, 6. 30, 八戸水揚)

体長 cm	体重 g	性別	肝臓 g	含油量 %	ビタミンA(CLOU) 濃度	ビタミンA(CLOU) 総量	幽門垂 g	含油量 %	CLOU 濃度	CLOU 総量	1尾当りA量 CLOU	1尾当りA量 mg	食餌
23.0	180	♂	2.5	13.2	1.82	0.6	2.5	2.04	3.15	0.02	0.62	0.06	(端脚)類　ゴカイ
23.0	180	〃	2.5	12.1	1.32	0.4	2.5	2.01	8.0	0.04	0.44	0.04	〃　〃
20.3	120	〃	1.5	9.5	2.1	0.3	1.0	3.85	2.08	0.08	0.38	0.04	〃　〃
22.0	140	〃	1.5	11.8	1.96	0.35	2.0	2.11	9.5	0.04	0.39	0.04	〃　〃
25.0	235	♀	3.5	10.9	1.32	0.5	2.5	2.35	2.04	0.01	0.51	0.05	〃　〃
22.7	150	♂	1.5	7.3	4.6	0.48	2.3	3.24	2.46	0.02	0.50	0.05	ナシ
24.0	210	〃	3.0	11.4	1.16	0.4	3.0	1.0	2.65	0.01	0.41	0.04	ヨコエビ・ゴカイ
20.5	135	〃	1.0	16.7	2.4	0.4	1.5	1.47	9.1	0.02	0.42	0.04	ナシ
22.6	168		2.1	12.2	2.09	0.4 3	2.2	2.26	4.85	0.03	0.46	0.045	

第 7 表　サメガレイのビタミン A 含有量 (2)　(昭和 34, 6,30, 八戸水揚)

体長	体重	性	肝臓	含油量	ビタミンA (CLOU)		幽門垂	含油量	CLOU		1尾当りA量		食餌
cm	g	別	g	%	濃度	総量	g	%	濃度	総量	CLOU	mg	
43.0	2,000	♀	37	16.3	40	241	59.0	0.84	7.6	375	278.5	27.9	クモヒトデ
40.0	1,520	〃	29	13.0	20	76	60.0	0.98	3.4	200	96.0	9.6	
34.0	1,230	〃	33	29.2	4	38.5	41.0	1.55	1.9	120	50.5	5.1	
37.4	1,580		33	19.5	21.4	118.0	53.3	1.12	4.3	230	141.0	14.2	

第 8 表　キチジのビタミン A 含有量 (2)　(昭和 34 6,30. 八戸水揚)

体長	体重	性	肝臓	含油量	ビタミンA (CLOU)		幽門垂	含油量	CLOU		1尾当りA量		食餌
cm	g	別	g	%	濃度	総量	g	%	濃度	総量	CLOU	mg	
21.6	305	♀	16.0	42.6	0.4	27.3	6.5	15.9	0.48	0.5	27.8	2.3	ヨコエビ
22.0	340	〃	16.0	51.4	0.16	13.2	9.5	18.2	0.35	0.6	13.8	1.4	クモヒトデ・ヨコエビ
21.4	310	♂	12.0	36.3	2.5	11.0	9.5	20.2	0.37	0.7	11.7	1.2	ヨコエビ
23.2	350	♀	13.0	29.0	5.6	21.1	10.0	17.1	1.04	1.8	22.9	2.3	〃
19.8	220	♂	8.5	27.6	0.6	1.4	6.5	19.7	0.15	0.2	1.6	0.2	ヨコエビ
22.3	360	♀	10.5	32.2	5.0	16.9	8.5	25.9	6.0	13.2	30.1	3.0	〃
19.7	220	♂	8.5	24.6	2.3	4.8	5.0	7.6	1.58	0.6	5.4	0.5	ヨコエビ
19.8	185	〃	6.0	25.1	1.3	2.0	8.5	2.2	1.07	0.2	2.2	0.2	〃
23.6	475	〃	24.5	33.0	2.0	16.2	12.5	21.0	4.0	10.5	26.7	2.7	〃
22.2	275	〃	8.5	30.2	5.0	12.8	7.0	10.2	1.68	1.2	14.0	1.4	〃
21.6	303		12.4	38.2	2.5	12.7	8.4	15.8	1.67	2.95	15.1	1.5	

第 9 表　アブラガレイのビタミン A 含有量　(昭和 34, 6,30, 八戸水揚)

体長	体重	性	肝臓	含油量	ビタミンA (CLOU)		幽門垂	含油量	ビタミンA (CLOU)		1尾当りA量		食餌
cm	g	別	g	%	濃度	総量	g	%	濃度	総量	CLOU	mg	
58.0	3,210	♀	80	21.8	60	1050	28	2.47	7150	4950	6000	600	キチジ
59.5	2,660	〃	60	24.2	86	1250	31.5	4.33	2180	3000	4250	425	スケソウ
57.0	3,180	〃	118	32.0	20	760	71	2.77	830	1620	2330	238	キチジ
56.2	3,080	〃	88	37.4	9	295	53	1.48	340	266	561	56.1	〃
58,0	3,570	〃	91	24.4	12	266	36	2.52	1,120	1020	1286	128.6	〃
52,0	2,420	〃	58	41.7	8	194	60	1.34	940	750	944	94.4	〃
50.0	2,200	〃	57	23.3	8	106	45	1.73	530	415	521	52.1	イカ・小エビ
57.0	3,310	〃	77	28.6	20	442	66	1.36	1600	1440	1882	188.2	スケソウ
52.0	2,450	〃	59	30.9	8	146	46	1.11	1420	720	866	86.6	魚不明・エビ
55.2	2,900		77	29.2	25.6	500	48.5	2.12	1790	1575	2080	208	

第 10 表　エゾガラスガレイのビタミン A 含有量　(昭和 34, 6,30, 八戸水揚)

体長	体重	性	肝臓	含油量	ビタミンA (CLOU)		幽門垂	含油量	CLOU		1尾当りA量		食餌
cm	g	別	g	%	濃度	総量	g	%	濃度	総量	CLOU	mg	
50.5	1,550	♂	27.5	8.9	12.0	29.5	25.0	1.05	308	81	110.5	11.1	
34.5	463	〃	8.0	12.4	12.5	12.4	7.3	1.17	550	48.3	60.7	6.1	
32.0	355	♀	4.5	13.8	14.4	8.9	3.0	1.57	85	4.0	12.9	1.3	
26.3	195	〃	3.0	18.5	4.9	1.3	2.0	2.12	36.3	5.2	18.2	1.8	
35.9	640		10.7	10.9	10.9	13.0	9.4	1.48	220	34.8	50.5	5.1	

第11表　ババガレイ体内のVAの分布（5尾の平均）

部位	歩留 %	ビタミンA IU/組織1g	総A	全魚体に対する%
肉	50	1.06	53	14.5
肝臓	21	97	204	55.2
その他の内蔵	4.9	16.8	82	22.3
卵巣	9.5	0.45	4.3	1.2
頭、尾、骨等	33.5	0.75	25.0	6.8
計			368.3	

第12表　キチジ体内のVAの分布（5尾の平均）

部位	歩留 %	ビタミンA IU/組織1g	総A	全魚体に対する%
肉	42.5	5.0	212	6.1
肝臓	4.0	250	1000	28.5
幽門垂	6.2	106	330	13.0
その他の内臓		205	640	25.0
卵巣	2.0	0.44	0.88	0.1
頭、尾、骨等	45.3	8.0	363	14.0
計			2546	

第13表　サメガレイ（体長 40.2cm、体重 1,990g）

	重量 g	含油量 %	I.U./油総1g	総A	全魚体Aに対する%
肉	500	6.05	47.5	1.44×10^3	19.2
肝臓	71.9	12.2	4,500	4×10^3	53.2
幽門垂	9.0	0.84	2,100	1.6×10^3	21.3
〃 内容物	7.8	1.81	9,000	0.13×10^3	1.7
腸	32.5	0.62	1,700	0.34×10^3	4.5
〃 内容物	36.8	0.96	—	—	—
合計				$7.51 \times 10_3$	

第14表　メヌケ（体長 40.9cm、体重 1,580g）

	重量 g	含油量 %	I.U./油 1g	総A	全魚体Aに対する%
肉	710	4.6	26	0.85×10^3	0.2
肝	21.0	8.0	216,000	363 〃	98.3
腸	20.5	11.7	5,340	1.29 〃	0.4
幽門垂	15.0	18.5	7,340	2.01 〃	0,5
胃	17.5	3.7	38,000	2.46 〃	0.6
合計				$369{,}61 \times 10^3$	

第15表　底魚餌料生物中の VA 含有量

種名	Vitamin A (I.U./ 100g)	Carotenoid 可視部吸収 (CS_2)
1, オキアミ (Euphausia pacifica)	394	+
2, ヨコエビ (Amphipoda)	137	425, 460, 480
テミスト (Themisto sp.)	53	
3, エビジャコ (Cragonidae)	110	500
4, ホツコクアカエビ (Pandalus borealis)	406	500— 505
〃 〃	241	—
5, ウミケムシ (Amphinomidae)	300	—
6, ゴカイ (Nereidae)	170	425, 480
7, クモヒトデ (Ophiura sarsii)	238	425, 475
〃 〃	449	
8, タコ (Octopoda)	200	+
9, カタクチ (Engravlis japonica)	323	—
〃 〃	392	—
10, コオリカジカ (Icelus spiniger)	400	—
12, ハダカイワシ (Diaphus theta)	540	—
13, オオクチイワシ (Notoscopelus elongatus)	392	—
14, キチジ (小) Sebastolobus macrochir)	40	++
(大) 〃 〃	1200	++
15, スケトウダラ (小) (Theragra chalcogramma)	5060	++
(大) 〃 〃	10000	—
16, ヒモダラ (Nematonurus)	740	—
17, ギンポ (Blenniicae)	611	—

とは稍〻VA原料としての価値があるが、ババガレイ・ヒレグロなどはVA原料としての価値は低い。

肉を含む体内のAの分布は、**第11～14表**から抽き出してみると

	肉	肝・内	卵巣その他
ババガレイ	14.5%	77.5%	8.0%
キチジ	6.1	66.5	14.1
サメガレイ	19.2	80.7	—
アブラガレイ*	0.07	99.86	0.07
〃 *	0.12	99.75	0.12
メヌケ	0.2	98.3	1.5

のように、ババガレイ・キチジ・サメガレイでは、肉中Aの占める割合は6～19%、肝・内臓は66～80%であるに対し、アブラガレイ・メヌケでは殆ど全部が肝・内臓中に集中し肉及びその他のAは僅少である。

ここで肝・内臓中にA含量の多いアブラガレイ・メヌケなどでは肉中にAが少く、肝・内臓中のA含量の少いババガレイ・キチジ・サメガレイなどは肉中にAが多いことは可なり興味があることで平尾氏[9]らも之を指摘している。すなわち、アブラガレイ・メヌケでは魚1尾中のVAを考える場合に肝・内臓中のAだけ考えればよいが、ババガレイ・キチジ・サメガレイなどでは肉中のAも考慮した方がより正確を期することが出来よう。

今、半対数グラフの横軸に体長、縦軸に1尾当りの総A量（肝または肝＋幽）をとつて雌雄別・漁場別（南と北とに区分）に第**1～10表**のデータに基ずいてプロットすると、

第**1**図　ババガレイ（肝のみ）
第**2**図　サメガレイ（肝のみ）
第**3**図　アブラガレイ（肝、肝＋幽）**
第**4**図　キチジ（肝、肝＋幽）
第**5**図　メヌケ（肝のみ）

の通りとなる。

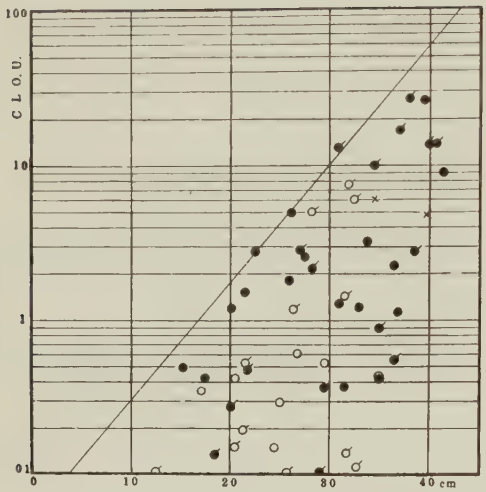
之等の図を通観して云えることは、底魚魚体中のVA含有量の増加は体長に対して大凡そ指数曲線的に行われることである。

点がばらばらなのは、VAの魚体内への蓄積と消耗とが個体によつて非常に区々に起つているためと考えられる。また同じ体長でもVA含量がいろいろなのは、或るときは産卵その他の生理作用のためにVAの消耗が甚だしいためと考えられる。雌雄・漁場および季節による差も明瞭ではない。但し各体長毎の最高のVA値を眺めてみると略〻一つの直線上に乗るように思われる。これは仮に体内の消耗が殆どないとしたときの最大のVA蓄積量に近い値である。**第1～5図**の直線はこの最大蓄積量を結ぶ直線である。

依つて最大蓄積量（Y）は

---

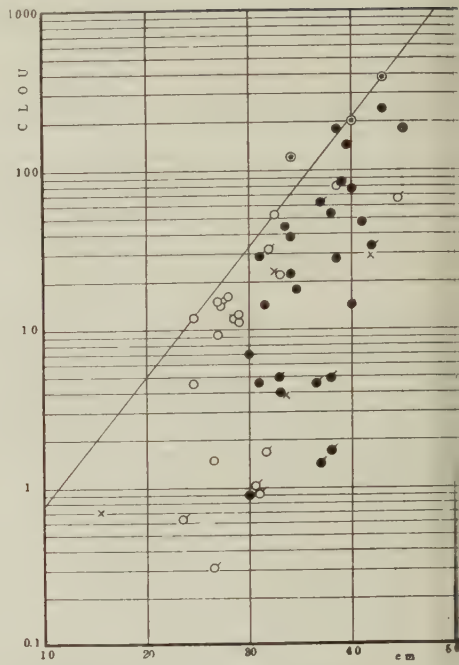
* 第2報のデータよりとる。
** アブラカレイは第4表および既報のデータ使用。



第1図 ババガレイ1尾当り総量（肝臓）と体長との関係

♀ ♂ 不明

肝 ● ○ × 北方産
肝 ● ○ 南方産



第2図 サメガレイ1尾当りA総量（肝、肝＋幽）と体長との関係

♀ ♂ 不明 ⊙ 肝＋幽

肝 ● ○ × 北方産
肝 ● ○ 南方産

$$Y = Y_0 10^{\delta l}$$

によつて与えられる。ここに l は体長、Y_0 は $l = 0$ における VA 量. δ は VA の蓄積速度を表わす係数である。

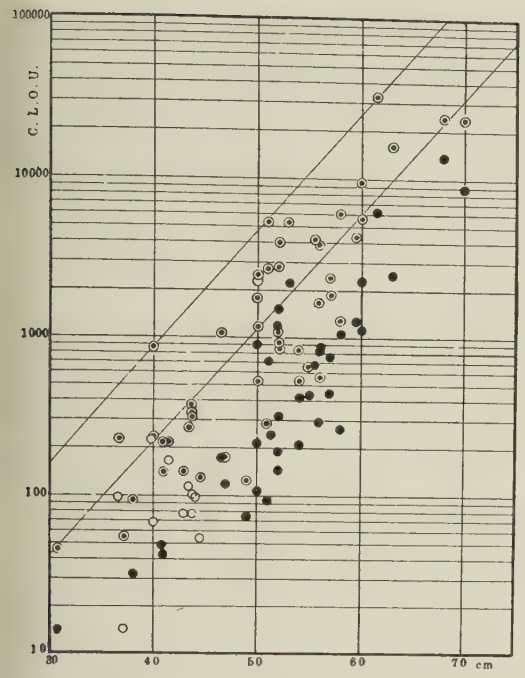
両辺の対数をとつて、図から δ の値を求めると次表の通りとなる。

		δ
ババガレイ	(肝)	0.076
サメガレイ	(肝)	0.081
アブラガレイ	(肝)	0.076
	(肝＋幽)	0.074
キチジ	(肝)	0.174
メヌケ	(肝)	0.076

すなわち δ の値はキチジを除いては、ババガレイ（肝）、サメガレイ（肝）アブラガレイ（肝および肝＋幽）メヌケ（肝）ともに略ゝ一定の値をとることがわかつた。勿論線の引き方による誤差も入るけれども、それを考慮に入れてもキチジの値はとびぬけて大きく、他の魚種間の値に大きな差はみとめられない。

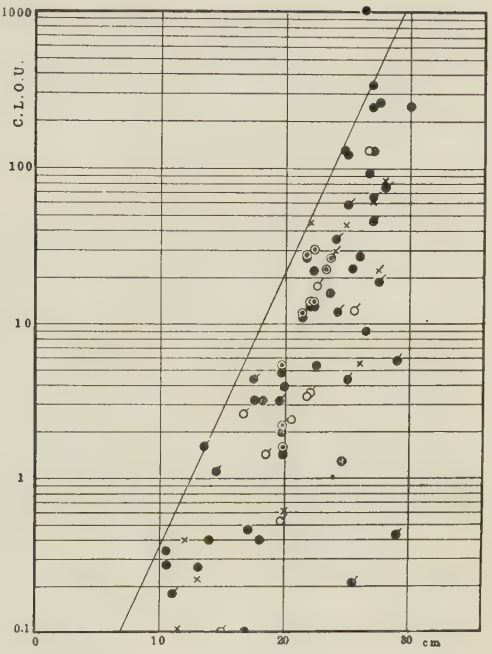
キチジの δ の値が他の4種の底魚に比べて特に大きいことについて、何か理由があるのではないかと思い、各魚種の食性を比べて見ると、**第1～10表**の食餌の欄から

魚種	食餌（胃内容物）
ババガレイ	ヨコエビ・ゴカイ・イソギンチヤク・クモヒトデ・ウロコムシ
サメガレイ	クモヒトデ・ヨコエビ・ゴカイ・オキアミ・ハダカイワシ
キチジ	ヨコエビ・トヤマエビ・オキアミ・クモヒトデ・コオリカジカ・イカ・ヤカリ



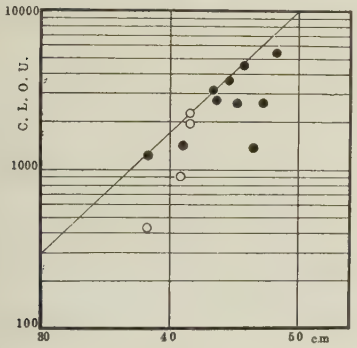
第3図 アブラガレイ1尾当りA総量（肝、肝＋幽）と体長との関係

♀ ♂
● ○ 肝臓
◉ 肝＋幽



第4図 キチジ1尾当りA総量（肝、肝＋幽）と体長との関係

♀ ♂ 不明 ◉ 肝＋幽
肝 ● ○ × 北方産
肝 ● ♂ × 南方産



第5図 メヌケ1尾当りA総量（肝臓）体長との関係

肝 ●…… ♀
肝 ○…… ♂

(註) 北方産とは 泊、八戸、エリモ沖（ババガレイの宮古沖）
南方産とは 塩釜、ユリ上、小名浜沖（サメガレイ・キチジの宮古沖）

ヒレグロ　ヨコエビ・ゴカイ・オキアミ
アブラガレイ　魚類（キチジ・スケソ）・オキアミ・エビ・イカ
メヌケ類[10]　魚類（ハダカイワシ・キチジ・スケソウ・カレイ・ゲンゲ）北国赤エビ、イカ、タコ

のようで、とくにキチジの餌の内容が他のものと変つているところもない。しいていえば餌の種類が他の底魚よりも豊富であることぐらいである。

またこれらの餌料生物のVA含量は**第15表**に見られるように、魚類以外は、カロチノイドのあるのとないのとはあるが、とくに多いというものも見当らない。

そこで多くの底魚類は、口器の形状、大きさ等により多少の選択性はあるにしても大体は自己の棲息場所附近の底棲生物を口当り次第に捕食し、その中のVAを摂取しているので、とくにVAの蓄積速度係数(δ)には差が表われて来ないのであろう。更にキチジの場合は食餌の素因のほかに何か生活史の上に他の底魚と変つたところ——例えば30cm以上のものは漁獲されていないこと——があるのであろう。

又一方、δの値が変らないのに魚種によつてVA含量に大小のできるのは、例えばアブラガレイなどは体長の大きなものが漁獲される機会が多いためであろう。アブラガレイなどでも、ババガレイやサメガレイと同じ大きさのものを比較するならばとくにVA含量が多いわけではない。

つぎに最大蓄積量が体長に対して指数曲線をとる理由についてであるが、VAは生長促進ビタミンと考えられるので、外から入るVA量が一定ならば、生長の速やかな若年魚ほどVAの消費が大きいため体内(肝臓その他)に残る量が少く、成魚から老大魚となるにしたがつて生長のため消費量は減るので体内に溜まる量はしだいに増してゆくであろう。

ところが魚の食餌内容を見ると一般にはじめのうちはVA濃度の少い餌(浮游性甲殻類など)をとり、成魚となるにしたがつて大形の甲殻類や軟体類や魚類などのVAの多い餌をとるので、体内に残るA量は体内の消費の減るのと餌自体からのA量が増すという相乗的効果のために益々多くなり、その結果体内のVAのStock量が幾何級数的に増大してゆくのであろう[11)12)13)]。

併し実際はVAの魚体への蓄積と消耗とは個体によつてまちまちに起つているし、生長以外の原因——例えば産卵その他の生理作用——によつても急激に消費されたりするので肝臓中のVA量は同じ体長のものでもいろいろな値をとり、したがつて非常に点がばらついてくると思われる。これらの魚体内のVAの消耗と蓄積の機構[14)]については別に理論的に考察し発表したのでここでは触れない。

尚、釧路地方産底魚類のビタミンA(油カレイ、メヌケ、スケソウ、キチジ、サメガレイ、コマイ、ウケグチダラ等)については宇野他3氏[15)]の、また羅臼地方産底魚類のビタミンA(アブラガレイ、キチジ、メヌケ、オヒョウ、カラスガレイ、ソコクロダラ、ゲンゲ、アバチヤン等)については平野・中村氏[16)]の、大和堆産のアブラガレイ、ムグラヒゲ、キチジおよび紋別産エゾカラスガレイ及びアブラザメのビタミンA濃度については田元氏[17)18)10)]の、南千島のバラメヌケのビタミンA量については宇野・徳永・石川氏[20)]の報告その他[21)22)]があるが、之等の資料との比較検討は今後の研究に俟ちたい。

摘　　要

1. 東北海区産の数種の底魚類(ババガレイ、サメガレイ、キチジ、アブラガレイ、メヌケ、エゾカラスガレイ、ウケグチダラ)のVA含量について研究した。

2. 肝臓および幽門垂油中の総VA量は体長に対して指数曲線的増加を示す。

今、Yを最大VA蓄積量Y_0を最初のVA量lを体長とすれば　$Y=Y_0 10^{\delta l}$　なる関係がある。ここにδはVAの蓄積速度に関する係数を表わす。

δの値はキチジを除いては0.074～0.081の範囲にあり略ゝ一定の値をとる。

3. 肉の VA 量はキチジ、ババガレイ、サメガレイでは稍と多く 6～20% の範囲にあり、アブラガレイおよびメヌケでは甚だ少く、全体の 0.07～0.2% である。

4. これらの魚種の胃内容物中の餌料生物の VA 含量を分析した。それによると魚類以外は甲殻類、軟体類、棘皮類多毛類などが主で、これらの間の VA 含量の差はカロチノイド類をもつものともたないものと差はあるけれども余り大きくはない。

終りに臨み本研究を施行するに当り試料採集に多大のご協力を頂いた当水研八戸支所笠原康平底曳科長ほか各位、餌料生物の選別査定をして頂いた三河正男・橋本良平両技官、本文のご校閲と助言をたまわつた木村所長と谷井利用部長に深い感謝の意を表わす。

文　　献

1) 山村弥六郎・武藤清一郎：アブラガレイのビタミン A 含有量（第1報）東北水研報告 **4**, 299 (1955).
2) 山村弥六郎・武藤清一郎：アブラガレイのビタミン A 含有量（第2報）同上 **12**, 121-139 (1958)
3) 東北水研八戸支所：東北海区の底魚，東北水研叢書 **6**, (1956)
4) 疋田豊治：紋別産魚類目録，北水研資源調査概報 I (1951)
5) 松原喜代松：魚類の形態と検索.（石崎書店）1298 (1955)
6) 平尾秀一・山田充阿弥・菊地嶺：魚肉中のビタミン A 含有量，日水学誌 **18** (1) (1952)
7) 鈴木梅太郎：ビタミン（日本評論社）62 頁，(1943)
8) 藤田秋治：ビタミン定量法（南江堂）143 頁，(1955)
9) 平尾・山田・菊地：本邦食用魚肉のビタミン A 含量，東海水研 **25**, 4-65 (1995)
10) 東北水研八戸支所：底魚情報 **11**, 62, **13**, 90 (1957)
11) 東秀雄・平尾秀一・清水和子・山田充阿弥・菊地嶺：日水学誌 **18**, 310 (1953)
12) 山村・武藤：アブラサメの体長と肝油のビタミン A，東北水研 **2**, 126 (1953)
13) 山村弥六郎：サメの年令とビタミン A の群蓄積率，日水学誌 **19**, 530 (1953)
14) 山村弥六郎：魚のビタミン A の消耗と蓄積機構に関する考察（昭和34年4月 日本水産学会年会にて講演，日本水産学会誌，**26**, 5 に印刷中）
15) 宇野勉・中村晨一・田元馨・中島次郎：北水試月報 **8**, (10), 1951)
16) 宇野勉・中村晨一：北水試月報 **9**, (11), (1952)
17) 田元馨：大和堆魚類の肝油 (1)，北水試月報 **8**, (8) (1951)
18) 〃　：大和堆産アブラガレイ (2)，北水試月報 **9**, (7) (1952)
19) 〃　：紋別地方のエゾカラスガレイおよびアブラガレイのビタミン A 北水試月報 **10**, (1) (1953)
20) 宇野勉・徳永爰夫・石川宣次：南千島沖バラメヌケのビタミン A 北水試月報 **12**, (1) (1955)
21) 高橋鴻・駒木成：北海道におけるビタミン A 未利用資源，北水試月報 **8**, (12) (1951)
22) 大島幸吉：北道産魚類のビタミン A 量の地域差についての総括・ビタミン **6**, 177 (1953)

既刊　東北海区水産研究所　研究報告

第 1 号　（昭和 27 年 6 月発行）

業績番号			頁
第 10 号	東北海区に来游するカツオのポピユレーションに就いて ……	川崎　健	1
第 11 号	音響測深儀に記録されたカツオ・マグロ群の像 ……	木村喜之助 岩下光男 服部稔郎	15
第 12 号	東北海区に於ける底魚の消化系と食性に就いて　第1報　キチヂ ……	三河正男	20
第 13 号	東北海区産アブラガレイ *Atheresthes evermanni* JORDAN & STARKS に就いて　第1報　年令査定の基礎的研究 ……	甲　二郎	25
第 14 号	底曳網の模型試験（第1報） ……	猿渡雄達 田辺光男 安井達夫 三河正男	35
第 15 号	東北海区サメガレイ *Clidoderma asperrmum* TEMMINCK & SCHLEGEL に就いて　第1報　年令査定の基礎的研究 ……	甲　二郎	43
第 16 号	魚類の標識放流方法に関する一資料 ……	猿田達雄 笠原康平	50
第 17 号	ブリの産卵場・産卵期に関するブリの卵巣の調査 ……	木村喜之助	54
第 18 号	垂下養殖カキの附着生物に関する研究　第1報　ムラサキイガイ *Mytilus edulis* LINNE の駆除について ……	佐藤省吾 武田忠郎	63
第 19 号	松島湾附近のシジミに関する研究 ……	谷田専治 平野和夫	68
第 20 号	アブラザメ *Squalus suckleyi G.* の肝臓色彩とビタミン A 濃度との関係 ……	山村弥六郎	83
寄　稿	海況の変化に関する漁業生物学的研究 ……	畑中正吉	88

第 2 号　（昭和 28 年 11 月発行）

第 22 号	東北海区金華山沖に於けるカツオ主漁場の成立に就いて ……	北野清光	1
第 23 号	カツオに寄生する鉤頭虫類の1種 *Rhadinorhynchus katsuwonis* HARADA の寄生率について（予報） ……	堀田秀之 小川達	11
第 24 号	薩南海区のカツオ幼魚の分布について ……	堀田秀之	19
第 25 号	釣上直後のカツオの体温に就いて（特に血合筋の異常高温に関して）……	福島信一	22
第 26 号	東北海区に於ける底魚類の消化系と食性について 第2報　サメガレイ・ババガレイ ……	三河正男	26
第 27 号	ババガレイの年令査定及び成長 ……	笠原康平	37
第 28 号	ナメタガレイ *Glyptocephalus stelleri* の年令に関する基礎的研究 ……	橋本良平	49
第 29 号	垂下養殖カキの附着生物に関する研究　第2報　季節的変化 ……	谷田専治 佐藤省吾	56
第 30 号	アマノリ類の生活史の研究　第1報　果胞子の発芽と成長 ……	黒木宗尚	67
第 31 号	アサクサノリの糸状体の単胞子放出に就いて ……	黒木宗尚	104
第 32 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について　第1報　底土に含まれる可溶性栄養塩についての一考察 ……	奥田泰造	109
第 33 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について　第2報　底土耕耘による栄養塩溶出の可能性について ……	奥田泰造	118
第 34 号	アブラザメ *Squalus suckleyi G.* の体長と肝油のビタミン A 濃度との関係 ……	山村弥六郎 武藤清一郎	129
第 35 号	寒天ジエリーの強度について　第4報 ……	谷井　潔	134

第 3 号　（昭和29年10月発行）

業績番号　頁
第 37 号　カツオ群の性状　第1報　東北海区のカツオ群を“付きもの”別に見た場合の各群の分布・餌付状態・群の大きさに就いて …… 木村喜之助 1

第 4 号　（昭和30年 3 月発行）

第 41 号　東北海区における極前線帯とその変動について　第1報 …… 川合英夫 1
第 42 号　東北海区に於けるカツオ魚類の漁獲水温に就いて …… 黒田隆哉 47
第 43 号　海区別カツオの食餌組成について …… 堀田秀之・小川達 63
第 44 号　日本西南海区に来遊するカツオの移動および成長に就いて …… 川崎健 83
第 45 号　伊豆・小笠原及び東北海区におけるカツオの移動及び成長について …… 川崎健 101
第 46 号　日本近海に於けるマルソーダカツオの季節的分布とその成長 …… 堀田秀之 120
第 47 号　底曳網漁獲量の群衆生態学的考察 …… 甲二郎 128
第 48 号　東北海区に於ける底魚類の消化系と食性に就いて　第3報　アブラガレイ …… 三河正男 136
第 49 号　アブラガレイの年令査定に就いて …… 笠原康平 147
第 50 号　ヤナギムシガレイの年令に関する基礎的研究 …… 橋本良平 156
第 51 号　サメガレイの生態学的研究　第1報　肥満度・生殖腺重量の季節的変化に就いて …… 笠原康平 165
第 52 号　スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* (Steenstrup) の成長度と産卵期に就いて …… 安井達夫・石戸芳夫 173
第 53 号　機船底曳網の網目に依るキチヂ魚体長の選択性 …… 丸山潔三・小滝一 180
第 54 号　松島湾の水産資源に関する基礎研究　第1報　松島湾の底質について …… 奥田泰造・佐藤省吾 187
寄　稿　松島湾の水産資源に関する基礎研究　第2報　松島湾の底棲生物群集 …… 山本護太郎 208
第 55 号　内湾底土中の可溶性栄養塩について　第3報　底土に含まれている可溶性栄養塩の海水中への溶出に関する二・三の考察 …… 奥田泰造 215
第 56 号　養殖海苔の色沢変化に関する研究 第1報 水溶性色素の変化について …… 佐野孝 243
第 57 号　乾燥・海水塩分・光線がアマノリ類の糸状体 (Conchocelis 期) に及ぼす影響 …… 黒木宗尚・平野和夫 262
第 58 号　アサクサノリの糸状体の単胞子放出について　第2報　放出の日週期 …… 黒木宗尚・平野和夫 297
第 59 号　乾ノリに関する研究　第1報　ノリの赤外線乾燥処理についての考察 …… 梅本滋 283
第 60 号　岩手県沿岸河川水質について …… 佐野孝 294
第 61 号　アブラガレイのビタミン A 含量の研究 第1報 …… 山村弥六郎・武藤清一郎 299

第 5 号　（昭和30年10月発行）

第 62 号　東北海区における極前線帯とその変動について　第2報 …… 川合英夫 1
第 63 号　日本近海のカツオの卵巣について …… 八百正和 43
第 64 号　移殖サルボウの成長について …… 谷田専治 53
第 65 号　養殖海苔の色沢変化に関する研究　第2報　脂溶性色素及び水溶性色素の変化について …… 佐野孝 64
第 66 号　内湾底土中の可溶性栄養塩について　第4報　底土と海水間における可溶性無機燐の行動に関する一実験 …… 奥田泰造 79

業績番号 頁

第 67 号 魚類肝臓及び其の他の器官におけるビタミン A の存在状態に関する研究（第1報） …… 山村弥六郎 92
第 68 号 チクワ漂白の目的で行われている過酸化水素処理について検討 …… 梅本滋 103

第 6 号 （昭和31年 3 月発行）

第 70 号 サメのビタミン A に関する研究 第1報 原料学的研究 …… 山村弥六郎 1
第 71 号 Notes on the Inversion of the Upper Water Temperature in the Waters to the North-east of Japan in Summer …… Hideo Kawai 71
〔BT の記録から見た夏季東北海区における上層水温の逆転について〕
第 72 号 日本近海におけるビンナガマグロの生態について …… 川崎健・相沢幸雄 81
第 73 号 松島湾の水産資源に関する基礎研究 第3報 干潟の動物群集 …… 谷田専治・山本護太郎・佐藤省吾 93
第 74 号 松島湾の水産資源に関する基礎研究 第4報 水質底質並に底棲動物の季節遷移 …… 谷田専治・奥田泰造 106

第 7 号 （昭和31年 3 月発行）

第 75 号 標準体長として測るべき魚体の部位について …… 木村喜之助 1
第 76 号 東北海区に於ける漁獲サンマの体長組成に就いて …… 福島信一 12
第 77 号 サンマの肥満度に就いて …… 福島信一・永沼璋 37
第 78 号 サンマの脂肪含有量の変動に就いて …… 長倉克男 54
第 79 号 サンマの食餌構成と摂餌行動に就いて …… 堀田秀之・小達和子 60
第 80 号 東北海区に於けるサンマ稚魚の分布と産卵魚の成熟状態 …… 小達繁 70
第 81 号 海況による魚群の集合・分離の一理論
第1報 東北海区秋季のサンマ漁場に関して …… 木村喜之助 103
第 82 号 昭和 11 年～ 18 年時代の本邦サンマ漁獲漁況に就いて …… 木村喜之助 146
第 83 号 定置網の漁獲サンマに就いて …… 木村喜之助 184
第 84 号 津軽海峡周辺のサンマに就いて（東北水研・北海道水試 共同調査） …… 木村喜之助・堀田秀之・小達繁・福原晄・内藤政治 239
寄 稿 青森県西海岸に於けるサンマ漁況 …… 大高兼太郎 296

第 8 号 （昭和31年 11 月発行）

第 85 号 サンマの脊椎骨数 …… 小達繁 1
第 86 号 サメのビタミン A に関する研究 第2報 不鹸化物の検索（1） …… 山村弥六郎・武藤清一 15
第 87 号 アマノリ類の糸状体の単胞子放出について（海での実験） …… 黒木宗尚・平野和夫 27
第 88 号 アサクサノリの糸状体の生長・単胞子嚢形成・単胞子放出と水温との関係 …… 黒木宗尚・平野和夫 45
第 89 号 養殖海苔の色沢変化に関する研究 第3報
所謂夏ノリの脂溶性色素及び水溶性色素の変化について …… 佐野孝 62
第 90 号 乾ノリに関する研究 第2報 ノリ簀についての考察 …… 梅本滋・谷田専治 70

第 9 号　（昭和32年 3 月発行）

業績番号　　頁

第 91 号　寒天に関する研究 …… 谷井　潔

第 92 号　サメのビタミン A に関する研究　第3報　A 真値及び遊離・エステル両型ビタミン A について …… 山村弥六郎・武藤清一郎　6

第 93 号　日本近海の竿釣りビンナガ漁業における漁況と海況との関係について　第1報　黒潮前線の南側の漁場 …… 川崎　健　6

第 94 号　東北海区に於けるカタクチイワシに就いて …… 小達　繁　11

第 95 号　カツオの胃内容物中にみられたゴマサバの幼・稚魚（薩南海区） …… 堀田秀之　12

第 96 号　垂下養殖カキの密度効果に関する研究　第1報　原板内の個体密度効果 …… 谷田専治・菊地省吾　13

第 97 号　内湾底土中の可溶性栄養塩について　第5報　窒素並に燐の無機化に及ぼす貯蔵温度の影響 …… 奥田泰造　14

第 98 号　内湾底土中の可溶性栄養塩について　第6報　底土間隙水中に含まれている無機態の窒素並に燐の季節的変化 …… 奥田泰造　15

第 99 号　塩釜港内水に及ぼす廃水・陸水の影響　第1報　港内水の一般的性状 …… 谷田専治・奥田泰造・佐藤重勝　16

第 100 号　塩釜港内水に及ぼす廃水・陸水の影響　第2報　大雨後に於ける港内水の性状 …… 佐藤重勝・奥田泰造・谷田専治　18

第 10 号　（昭和32年 11 月発行）

第 101 号　プランクトンの水塊指標性に就いて …… 木村喜之助・小達和子

第 102 号　日本近海のカツオ竿釣り漁業における漁況の変動について　第1報 …… 川崎　健　1

第 103 号　日本近海の竿釣りビンナガ漁業における漁況と海況との関係について　第2報　黒潮前線の北側の漁場 …… 川崎　健　2

第 104 号　ババガレイの生物学的研究　第1報　卵巣の成熟について …… 笠原康平　4

第 105 号　松島湾の水産資源に関する基礎研究　第5報　塩釜港の柴漬について …… 谷田専治・佐藤重勝　5

第 106 号　松島湾の水産資源に関する基礎研究　第6報　松島湾のエビの生態　その1 …… 佐藤重勝　7

第 107 号　養殖海苔の色沢変化に関する研究　第4報　藻体吸収曲線の変化 …… 佐野孝　8

第 108 号　ワカメの生態及び養殖に関する研究 …… 黒木宗尚・秋山和夫　9

第 109 号　魚類肝臓及び其の他の器官におけるビタミン A の存在状態に関する研究　第2報　所謂黒肝中のメラニン色素によるビタミン A の吸着とその化学的証明 …… 山村弥六郎　11

第 110 号　On the Natural Co-ordinate System and its Applications to the Kuroshio System …… Hideo Kawai　14

第 11 号　（昭和33年 3 月発行）

第 111 号　東北海区におけるヒレグロの分布 …… 浜井生三・石戸芳男

第 112 号　サンマの形態学研究 …… 小達繁　3

第 113 号　飼育実験によるサンマの成長について …… 堀田秀之　4

第 114 号　日本近海のカツオ竿釣漁業における漁況の変動について　第2報 …… 川崎　健　6

第 115 号　海水密度の鉛直分布に於ける“密度逆転”に就いて …… 黒田隆哉　8

通番号　　頁

第116号　塩酸による種ガキ採苗器の洗滌について …… 菊地省吾・佐藤重勝・奥田泰造・谷田専治　88

第117号　附着珪藻の生態学的研究，特に浮游・底棲珪藻との関係について
第1報　塩釜港における附着珪藻の季節的変化の概況 …… 佐藤重勝　94

第118号　松島湾の水産資源に関する基礎研究　第7報　底棲動物の垂直分布とその季節遷移 …… 谷田専治・奥田泰造　112

第119号　Sponges collected from Oyster-Rafts in Matsushima Bay and its Adjacent Waters …… Senji Tanita　127

第 12 号　（昭和33年10月発行）

第120号　東北海区に於けるサンマ漁況と海況との関係に就いて …… 福島信一　1

第121号　流れ藻調査から得られたサンマの産卵に関する知見 …… 木村喜之助・堀田秀之・福島信一・小達繁・福原章・内藤政治　28

第122号　Biological Comparison between the Pacific Tunas. Part 1 …… Tsuyoshi Kawasaki　46

第123号　東北・北海道太平洋沿岸海域動物プランクトンの群集生態学的研究
第1報　群集の統計的研究法の吟味並びに春季群集の水塊指標性 …… 浜井生三・阿部進　80

第124号　日本近海産サバ属魚類の頭骨に就いて …… 堀田秀之・阿部宗明・高島百合子　101

第125号　表面等温線の描き方について …… 川合英夫　106

第126号　アブラガレイ *Atheresthes evermanni* のビタミン A 含有量の研究
第2報 …… 山村弥六郎・武藤清一郎　121

第 13 号　（昭和34年 3 月発行）

第127号　三陸近海に於ける水温逆転の現象について 第1報 …… 黒田隆哉　1

第128号　東北海区における極前線帯とその変動について 第3報
終戦後5年間の水塊配置とカツオ・ビンナガ漁場の海況条件 …… 川合英夫　13

第129号　カツオの餌付に関する研究　第1報　東北海区のカツオの餌付と消化管との関係 …… 堀田秀之・狩谷貞二・小川達　60

第130号　日本近海のカツオ竿釣漁業における漁況の変動について　第3報 …… 川崎健・永沼璋　79

第131号　マアジの生態についての基礎的研究 …… 川崎健　95

第132号　アオノリ類の生態的研究（1）ヒメアオノリ *Enteromorpha nana* var. *minima* Sjöstedt …… 秋山和夫　108

第133号　グリシン・セリン・タウリンのペーパー・クロマトグラフィによる分離・検出 …… 梅本滋　115

第 14 号　（昭和35年3月発行）

第135号　東北海区サンマ漁況に対する資源学的考察 …… 木村喜之助　1

第 15 号　　(昭和 34 年 12 月発行)

業績番号

第 136 号　八戸沖における底魚群集の構造と季節変化について……浜井生三／橋場敏雄

第 137 号　アカザラガイ *Chlamys farreri nipponensis* Kuroda の増殖に関する研究

第 1 報　養殖場のアカザラ稚貝について……谷田専治／菅野尚 2

第 138 号　アマノリ類の糸状体の生長・成熟と光条件

I　単胞子嚢形成及び単胞子放出と日長作用(1)……黒木宗尚 3

第 139 号　室蘭産のスサビノリについて……黒木宗尚 4

第 140 号　門之湾のノリ生育状況について（製塩工場排水の影響）……佐野孝／谷井潔 5

第 141 号　寒天に関する研究(続報)……谷井潔 6

第 142 号　サンマ肉のエキス分にみられるアミノ酸……梅本滋 8

既刊 研究業績（東北海区水産研究所　研究報告　以外の分）

業績番号

第 1 号　漂流瓶による海流調査（第1報）駿河湾の海流（特に湾内の循環流に就いて）
……木村喜之助〔日本海洋学会誌，第5巻，第2～4号，P. 70～84 (1950)〕

第 2 号　東北海区カツオ魚体組成について
……山中一郎〔日本海洋学会誌，第5巻，第2～4号，P. 99～104 (1950)〕

第 3 号　異方性海洋に於ける定常吹送循環流に就いての一問題　第1報　解析的算法（其の1）
……斎藤泰一〔日本海洋学会誌，第5巻，第2～4号，P. 130～142 (1950)〕

第 4 号　寒天ジエリーの強度について（其の3
……谷井　潔〔日本水産学会誌，第 16 巻，第4号，P.　115～118 (1950)〕

第 5 号　アブラザメ燻製保存試験　第1報　腐敗観を呈する迄の日数と温度との関係
……山村弥六郎〔日本水産学会誌，第 16 巻，第 10 号，P. 433～434 (1951)〕

第 6 号　同　　上　　第2報　油脂の変化について
……山村弥六郎〔日本水産学会誌，第 16 巻，第 11 号，P. 510～512 (1951)〕

第 7 号　同　　上　　第3報　アンモニアの生成について
……山村弥六郎〔日本水学会誌，第 16 巻，第 11 号，P.　513～516 (1951)〕

第 8 号　魚粉食用化に関する研究……東　秀雄・新田忠雄・長倉克男・梅本　滋
〔日本水産学会誌，第 17 巻，第6号，P.　147～156 (1951)〕

第 9 号　アブラザメ肝臓のビタミン A に関する研究　第4報　季節的変化について
……山村弥六郎〔日本水産学会誌，第 17 巻，第 11 号，P.　337～341 (1952)〕

第 21 号　サバの回游路（サバ標識放流試験結果）
……木村喜之助〔日本水産学会誌，第 19 巻，第 4号，P.　415～423 (1953)〕

第 36 号　NH_3-H_2O 系による寒天質の抽出について……谷井　潔（東北水研）・絹巻　丞（東北大学非水研）
〔東北大学非水溶液化学研究所報告，　第3巻，第2号，　P.　129～136 (1933)

第 38 号　魚肉の坐りについて (V)　座りの判定及び比較の方法
……梅本　滋（東北水研）・岡田　稔（東海水研）・右田正男　（東海水研）
〔日本水産学会誌，第 20 巻，第4号，P.　313～318 (1954)〕

第 39 号　サンマの黄色色素について（予報）
……長倉　克男〔日本水産学会誌，第 20 巻，第4号，P.　286～291 (1954)〕

第 40 号　NH_3-$C_5H_5(OH)_3$ 系に依る寒天質の抽出について
……谷井　潔（東北水研）・絹巻　丞（東北大学非水研）
〔東北大学非水溶液化学研究所報告，第4巻，第2号，P.　133～142 (1954)〕

第 69 号　NH_3-H_2O 系抽出粗寒天の精製に関する研究
……谷井　潔（東北水研）・絹巻　丞（東北大学非水研）
〔東北大学非水溶液化学研究所報告，第5巻，　第2号，　P.　65～75 (1955)〕

第134号　On the structure of the bottom fish community, especially regarding the flat fish, *Atheresthes evermanni*, off the Pacific coast of Hokkaido around Cape Erimo …… Ikuso Hamai
[Bull. Mar. Biol. St. Asamushi, Tohoku Univ., Vol. 9, No. 4]

第143号　魚のビタミン A の消耗と蓄積機構について
……山村弥六郎〔日本水産学会誌，第 26 巻，第 5 号 (1960)〕

既刊　出　版　物（研究業績以外の重要出版物）

東北水研叢書

第1号　カツオに就いて　(1952)
第2号　カキの養殖　(1952)
第3号　海苔養殖について　(1952)
第4号　サメの利用　(1952)
第5号　東北・北海道太平洋沿岸水域に於ける機船底曳網漁業の禁止区域と網目について　(1952)
第6号　東北海区の底魚　(1956)

東北海区水産研究所海洋資源年報

（別冊）昭和 22 年度・23 年度海洋調査資料 (1958発行)
昭和 24 年度海洋調査篇 (1952 〃)
昭和 25 年度海洋調査篇 (1958 〃)
昭和 26 年度海洋調査篇 (1960 〃)

昭和 26 年度カツオ資源篇 (1955 〃)
昭和 27 年度カツオ資源篇 (1957 〃)
昭和 28 年度カツオ資源篇 (1959 〃)
昭和 29 年度カツオ資源篇 (1960 〃)

昭和 26 年度サンマ資源篇 (1955 〃)
昭和 27 年度サンマ資源篇 (1957 〃)
昭和 28 年度サンマ資源篇 (1959 〃)
昭和 29 年度サンマ資源篇 (1960 〃)

昭和 26 年度底魚資源篇 (1952 〃)
昭和 26－27 年度底魚資源篇 (1954 〃)
昭和 27－28 年度底魚資源篇 (1955 〃)
昭和 28－29 年度底魚資源篇 (1956 〃)
昭和 29－30 年度底魚資源篇 (1958 〃)

東北海区水産研究所
研究報告(第16号)

印刷発行　昭和35年3月25日
編　輯　東北海区水産研究所
印刷者　笹　気　幸　助
笹気出版印刷株式会社
仙台市堤通り27

発行所　東北海区水産研究所
宮城県塩釜市東塩釜　電話1260番

CONTENTS

Kawasaki, T. Biological Comparison between the Pacific Tunas Part II 1

Hotta, H. On the Analysis of the Population of the Saury (*Cololabis saira*) based on the Scale and the Otolith Characters, and thier Growth 41

Kuroda, R. Notes on the Phenomena of "Inversion of Water Temperature" off the Sanriku Coast of Japan (II) Results from repeated Observations in the Fixed Point 65

Sato, S., Kanno, H. and Kikuchi, S. On the Low-Salinity, Green Water and Oyster-Larvae during the Seed-Oyster-Collecting Season in Matsushima Bay..... 87

Kikuchi, S. Considerations on the Distributions of Oyster Larvae in Matsushima Bay 118

Sano, T. and Sato, S. Studies on the Growth Condition of Laver (*Porphyra tenera* Kjellm.) and the Environmental Factors at the Cultural Ground. (I) An Attempt for Exprssing "*Yogore*", attached Diatoms to the Nets of Laver-Culture 127

Umemoto, S. and Tanita, S. Studies on "Hoshi-Nori" (Dried Food of Laver. *Porphyra tenera* Kjellm) Part III. The Surface Condition of Splint mat and its Improvement with Silicone 135

Nagakura, K. and Kawasaki. N. The Lipid of Saurry (*Cololabis saira*) I. The Fractionation of Lipids in the Flesh of Saurry by a Series of Solvents 140

Tanii, K. and Watanabe, T. The Chemical Properties of the Agarophytes near Kesennuma..... 145

Yamamura, Y. and Muto, S. Vitamin A Contents of the Bottom Fish produced in the Tohoku Sea Region 150